

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. E. von Boguslawski

Inzuchtwirkungen und Heterosiseffekte
bei Ölkürbis „Cucurbita Pepo L.“

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Mohammad-Reza Haghdadi
geboren in Schahpour/Iran

Gießen 1973

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen

Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. E. von Boguslawski

Inzuchtwirkungen und Heterosiseffekte
bei Ölkürbis „Cucurbita Pepo L.“

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Mohammad-Reza Haghdadi
geboren in Schahpour / Iran

Gießen 1973



Dekan: Prof. Dr. H. Schmutterer

1. Berichterstatter: Prof. Dr. W. Schuster

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h. c. E. von Boguslawski

Tag der mündlichen Prüfung: 30. Juli 1973

In steter Dankbarkeit gewidmet

meinem Onkel

Dr. A. AFSARPOUR

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
I. EINLEITUNG	1
1. Literatur über die Züchtung von Kürbisgewächsen	1
2. Standortbeschreibung und Witterung	12
3. Versuchsanstellung und Material	15
II. VERSUCHSERGEBNISSE	17
1. Auswirkungen der Inzüchtung	17
a) Gesamtertrag	17
b) Kornertrag	21
c) Tausendkorngewicht	25
d) Rohproteingehalt	25
e) Rohfettgehalt im Kern	30
f) Fettsäurenmuster	34
g) Fertilität nach Selbstung	42
2. Bastardwüchsigkeit (Heterosisseffekt)	47
a) Gesamtertrag	48
b) Kornertrag	52
c) Tausendkorngewicht	56
d) Rohproteingehalt	59
e) Rohfettgehalt im Kern	62
f) Fettsäurenmuster	65
g) Bestandeskreuzungen	69
3. Korrelation und Heritabilität	80
III. DISKUSSION DER ERGEBNISSE	83
IV. ZUSAMMENFASSUNG	90
V. LITERATURVERZEICHNIS	98

I. EINLEITUNG

1. Literatur über die Züchtung von Kürbisgewächsen

Die Kürbisgewächse (Cucurbitaceae), zu denen die Kürbispflanzen, Melonen und Gurken gehören, haben wegen ihrer großen Wärmebedürftigkeit ihre Verbreitungsgebiete hauptsächlich in den Ländern mit wärmeren Klimazonen. Sie wurden dort in der Hauptsache zu Speisezwecken angebaut; die Bedeutung dieser Arten als Futterliefernde Pflanzen wurde erst viel später erkannt.

Als Futterpflanzen haben in Europa von den zahlreichen Arten dieser Familie nur die Kürbisse eine gewisse Bedeutung erlangt, nachdem man bei dieser Art mehrere erwünschte Eigenschaften einer wertvollen Futterpflanze hat feststellen können.

Mit der Züchtung von Kürbisarten wurde vor allem aber deswegen begonnen, weil einerseits diese Pflanze sowohl ein guter Öllieferant ist, als auch wertvolle Eigenschaften einer Futterpflanze aufweist, wie Ertragsleistung, wenn auch mit geringem Gehalt an Trockensubstanz, frühe und gleichmäßige Reife, geringe Ansprüche an Klimabedingungen, guter Geschmack und nicht zuletzt leichte Pflege und Erntearbeiten (v. BOGUSLAWSKI und SCHUSTER 1960; ALKÄMPER 1960, 1961, 1966; SCHUSTER 1962). DEVRIENT (1959) und AUDEL (1962) berichten sogar über die Heilwirkung des Kürbis beim prostatistischen Symptomenkomplex, sowie Androgynhormonale Wirkung der Inhaltsstoffe des Kernes bei wirkstoffbedingten Störungen der Körperfunktionen.

Von den zahlreichen Kürbisarten hat die Züchtung des Ölkürbis, *Cucurbita pepo* L., in den letzten Jahren besondere Bedeutung erlangt, weil man diese Pflanze, wie bereits erwähnt, sowohl für die Ölgewinnung als auch für die Futtergewinnung besonders geeignet fand. Diese Art wurde zunächst im Jahre 1930 von TSCHERMACK-SEYSENEGG züchterisch bearbeitet, indem er eine in der Steiermark vorkommende nacktsamige Form mit einer kurztriebigen Form kreuzte.

Aus diesen Kreuzungen entstanden Pflanzen mit 'schalenloser' Samen und kurzen, nichttrankenden Trieben. Für die Züchtung waren vor allem die 'Schalenlosigkeit' der Samen, wegen der leichteren Gewinnung des Öles, und die Kurztriebigkeit, wegen ackerbaulicher Vorteile, als Zuchtziele sehr wichtig; so konnte diese Pflanze als Futterpflanze auch in Großbetrieben angebaut werden. Gleichzeitig wurden auch höhere Öl- und Eiweißerträge erzielt.

Züchtungsarbeiten wurden nach dem zweiten Weltkrieg von verschiedenen Seiten intensiv fortgesetzt. Sie führten zur Entwicklung einer buschförmigen, schalenlosen Sorte, die unter "Gießener" (Busch-Ölkürbis) vom Bundessortenamt geschützt wurde.

Dieser Ölkürbis ist mit seiner kurzen Vegetationszeit von Mitte Mai bis etwa Mitte Oktober unter bestimmten Anbaubedingungen in der Lage, leistungsmäßig mit Futterrüben und Kartoffeln zu konkurrieren und eine Silage von guter Qualität zu liefern (MAILÄNDER 1959; 1960; SCHARRER, SCHREIBER und KÜHN, 1960; ALKÄMPER 1960, 1961, 1966; STORCH 1961; APPERDANIER 1961, 1962; KRAUCH 1962; SCHUSTER 1962; BRUNE und ZADACH 1963; HINRICHSSEN und SCHUSTER 1963; v. BOGUSLAWSKI 1965).

Über die Ertragsfähigkeit des Ölkürbis liegen, wie bei allen anderen Kürbisarten, recht unterschiedliche Werte vor (ALKÄMPER 1960, 1961, 1966).

Am stärksten züchterisch bearbeitet wurden bisher die Arten *Cucurbita pepo* und *Cucurbita maxima*. Die ersten Kreuzungsversuche zwischen diesen beiden Arten führten NAUDIN (1856), DRUDE (1917), LOTSY (1919, 1920) und BAILY (1920) durch. Später setzten andere Forscher diese Kreuzungsversuche fort (WHITAKER 1962).

SINNOTT und seine Mitarbeiter (1927, 1931, 1932, 1935; SINNOTT und DURHAM, 1922) begannen eine Serie von Untersuchungen über Größe, Formen und Farben der Früchte von *Cucurbita pepo*. Diese Ergebnisse und Informationen dienten später dem Studium der Morphogenese (SINNOTT und FRANKLIN, 1943).

THAYER (1934) benutzte einige Inzuchtlinien von SINNOTT aus *C. pepo*, um die Vererbung verschiedener Merkmale der Keimblätter zu untersuchen. Dabei zeigte sich, daß die Größe der Cotyledonen stark von der Samengröße beeinflußt wird. Er sagt zusammenfassend: "Das Aussehen der Keimblätter dieser Sorte ist das Ergebnis eines Gleichgewichtes zwischen den Größenanlagen, die im Embryo nach seiner eigenen genetischen Konstitution enthalten sind, und den Begrenzungen, die vom Samen, in dem das Wachstum erfolgen muß, auferlegt werden."

SHIFRISS (1947, 1949) hat umfangreiche Studien zur Vererbung von Größenwachstum und Fruchtfarben bei *C. pepo* durchgeführt. Auf dieser Grundlage hat er das Konzept von dem entwicklungsbestimmten Rückschlag der Dominanz (reversal of dominance) aufgestellt.

Die Umkehr des genetischen Verhältnisses wird durch die Annahme erklärt, daß Heterozygote im allgemeinen sehr früh das Aussehen des einen Elternteils offenbaren und das des anderen Elternteils erst später sichtbar wird, wohingegen die Homozygoten unveränderlich in ihrer Entwicklung sind. Nach SHIFRISS können alle Homozygoten und Heterozygoten auf der Basis ihrer entwicklungsbedingten Reaktionen in der F_2 isoliert werden.

GREBENŠČIKOV (1956) hat SHIFRISS' Ergebnisse hinsichtlich des Rückschlags der Dominanz bestätigt. In seinen Experimenten benutzte er zwei grünfrüchtige Arten von *C. pepo* als weiblichen Elternteil, als Pollenspender diente eine gelbfrüchtige Art.

Die F_1 -Früchte waren in frühen Entwicklungsstadien 3 grüne Früchte: 1 gelbe Frucht, bei der Reife war das Verhältnis umgekehrt (3 gelbe: 1 grüne).

Wie SHIFRISS so interpretiert GREBENŠČIKOV diese Resultate als Änderung in der ontogenetischen Entwicklung von Früchten der Heterozygoten. Aus weiteren Untersuchungen dieser Art schließt SHIFRISS (1949), daß mindestens 6 verschiedene Fruchtfarben bei *C. pepo* vorkommen: weiß, grün, grau, cremefarben, gelb und orange. Auf diesen Grundfarben beruhend, kann es Muster von Flecken, Streifen, Zweifarbigkeit und spitzen-

ähnliche Muster geben. 10 Hauptfarbengruppen wurden beobachtet, 6 davon sind während der Entwicklung beständig. Zum größten Teil sind diese beständigen Farbtypen reinrassig. Er betont, daß es irreführend sei, eine bestimmte Frucht als weiß, grün oder gelb zu klassifizieren, wenn diese Klassifizierung nicht auf ein bestimmtes Entwicklungsstadium der Frucht bezogen wird.

Eine andere interessante Variation von Fruchtfarben bei *C. pepo* zeigt sich in den dekorativen, zweifarbigen Flaschenkürbissen (gourds). SHIFRIS (1955) hat eine genaue Studie der Genese und des Ursprungs dieser Neuheit angefertigt.

Er berichtet, daß die grünen und gelben Felder auf der Kürbisoberfläche sogar auf derselben Pflanze stark variieren. Außerdem sind die zweifarbigen Rassen genetisch instabil und die entstehenden Mutationen sind leicht umkehrbar. Durch Inzucht und Selektion konnte bei gelben Typen Andersfarbigkeit der Früchte gefunden werden, die von einem dominanten Gen B bestimmt wird. Dieses Gen ist unabhängig von anderen pigmentkontrollierenden Faktoren. Die Fruchtoberfläche des homozygoten BB ist fast einheitlich gelb, die des heterozygoten Bb ist dagegen meistens sehr veränderlich und abhängig von anderen Faktoren des Genotyps.

Kurz nach dem zweiten Weltkrieg begannen, wie schon betont, europäische Forscher, besonders in Österreich und Deutschland, sich für die Nutzung von *C. pepo* zur Speiseölgewinnung zu interessieren. Als Ergebnisse dieser Forschungen gibt es eine Reihe von Berichten, die sich mit der genetischen Entwicklung der Samenschale und ihrer Struktur befassen. (BUCHINGER 1948; WEILING und v. BECHERER 1950; HEINISCH und RUTHENBERG 1950; GREBENSCIKOV 1950, 1954; SCHÖNIGER 1950, 1952, 1955; MUDRA und NEUMANN 1952; v. BECHERER 1955).

HEINISCH und RUTHENBERG (1950) führten detaillierte anatomische und histologische Untersuchungen der Samenschale bei mehreren Formen von *C. pepo* durch.

Sie konnten feststellen, daß auch in der "schalenlosen" Variante alle

Schichten der Schale vorhanden sind, aber eine Verdickung und Verholzung der Zellwände nicht stattgefunden hat. Sie unterteilen in zwei Formen:

- 1.) die Verholzung, obwohl vorhanden und einheitlich verteilt, nicht erkennbar.
- 2.) die Verholzung auf den Rand des Samens beschränkt.

Wegen der festgestellten Tendenz zur Parallelvariation bei CUCURBITACEAE wird angenommen, daß die weichschalige (nacktsamen) Variante entweder natürlicherweise vorkommt oder in kultivierten Formen von *C. maxima* und *C. moschata* durch künstliche Mutationsauslösung herbeigeführt werden kann.

Die europäischen Forscher sind sich einig über die anatomischen Details der Nackt-Samen-Variante, aber uneinig über deren genetische Basis. In einer Serie von Berichten, beginnend 1950, hat SCHÖNIGER (1950, 1952, 1955) eine anatomische und wachstumsbedingte Untersuchung von Nacktsamen und normalen Samen, verbunden mit genetischen Studien zur Vererbung der beiden Samenschalentypen und anderer Merkmale angefertigt. Aus einer Analyse von F_1 - und F_2 -Früchten wird ein Hauptgen zur Verholzung der Samenschalenwand (H) und ein Nebengen (N) zur Verholzung vorausgesetzt.

In einer zweiten Veröffentlichung (1952) wird von Kreuzungen zwischen "Zucchini" und "Steierischem Ölkürbis" berichtet.

In den F_1 -Nachkommen dieser Kreuzungen hatten alle Samen verholzte Samenschalen. In den F_2 -Nachkommen fielen 3/4 der Früchte in diese Kategorie. Das restliche Viertel hatte Samen mit unterschiedlicher Verholzung der Unterhautschicht der äußeren Schale.

Aus diesem Grunde konnte keine phänotypische Unterscheidung zwischen hhNN und hhNn gemacht werden. Offenbar hat der Steierische Ölkürbis, obwohl rezessiv für beide Verholzungsgene H und N, Abänderungsfaktoren (Modifikatoren), die dazu neigen, Verholzung bei Pflanzen zu reduzieren, die N-Gene enthalten, aber für das Hauptgen H rezessiv sind.

Ergebnisse aus den F_3 -Generationen und Früchte aus Rückkreuzungen bestätigen diese Annahme. In einer späteren Forschung fand SCHÖNIGER (1955) zwei Gruppen von Modifikatoren bei homozygoten Züchtungen, die rezessiv für h und n waren.

WEILING und v. BECHERER (1950) berichten ebenfalls, daß bei der "schalenlosen" Variante - obwohl alle 3 Schalenschichten vorhanden, die bei normalen Samen gefunden werden - die Schichten nicht verholzen. Diese Ergebnisse werden versuchsweise so interpretiert, daß 3 rezessive Gene für dieses Merkmal verantwortlich sind.

MUDRA und NEUMANN (1952) untersuchten die Vererbung bei einer Anzahl von Pflanzen des "Müncheberger Ölkürbis". Sie fanden große Unterschiede zwischen und sogar innerhalb von Inzuchtlinien was Größenzunahme, Reifezeit der Früchte, Fruchtzahl, Form und Farbe und Ölgehalt der Samen betrifft. Die Studie von vielen F_1 -Hybriden zeigte, daß Buschwachstum (von den Züchtern bevorzugt) dominant über Ranken oder Rebenwachstum ist.

Im Gegensatz zu SCHÖNIGER (1950) behaupten diese Forscher, daß Aufspaltungen bei den gleichen Fruchtnachkommen das Vorhandensein von mehr als 2 Genen zur Festsetzung der Samenschalendicke anzeigen. GREBENŠČIKOV (1954) unternahm eine kritische Analyse der Experimente über die Vererbung dünner und dicker Schalen bei *C. pepo*. Außerdem machte er unabhängig davon Untersuchungen über die Vererbung dieser Merkmale. Er weist SCHÖNIGERS Hypothese zurück, daß die Dicke der Schale von den 2 Genen H und N bestimmt wird. Seine Ergebnisse wertet er als Unterstützung der Hypothese, daß diese Eigenschaft nur von einem einzigen rezessiven Gen bestimmt wird, das aber verschieden stark die Ausprägung bestimmen kann.

Die Nacktsamenvarianten verschiedener Sorten können unterschiedliche Ergebnisse in der Aufspaltung erbringen. Wenn man auf einer 2Gen-Hypothese besteht, ist die Nacktsamengruppe anscheinend nur schwer in die theoretisch-phänotypischen Klassen einzuordnen (WHITAKER 1962).

LORENZETTI (1964) berichtet über seine Kreuzungsversuche mit den zwei genetisch entfernten Varianten des Ölkürbisses "Nano Verde chiaro d'Italia" einem rankenlosen Typ mit länglichen Früchten und "Nisikikanro" einem aus Japan stammenden Rankentyp mit kugelförmigen Früchten. In der F_1 -Generation dominierte der Pflanzenwuchs des Rankentyps, während die Früchte länglich waren. In der Nachkommenschaft der Rück-

kreuzung von "Nano Verde chiaro d'Italia" fand er im Wuchstyp beide Ausgangsformen, die Früchte waren länglich und kugel- bis diskusförmig.

Über Fragen der Vererbung und Genwirkungen liegen weitere Veröffentlichungen vor (WALL 1954; 1961; BECHERER 1955; HAYASE 1956; HAYASE und UEDA 1956; WEILING 1956; 1966; RHODES 1959; SCHLOMS 1960; WALL und YORK 1960; KUL'CYCKA 1962; LUDILOV 1962; FILOV 1962, 1963a, 1963b; BEMIS und NELSON 1963; PAVIJUCENKO 1963; DENNA 1963; BEMIS 1963, 1970; MALJUTA und KUL'CYCKA 1965; JURINA 1965, 1966; LUDILOV 1968). Es wurden dabei Kreuzungsversuche mit *C. maxima* Duch, *C. pepo* L., *C. moschata* Poir. und *C. foetidissima* durchgeführt.

Aus der Kreuzungsnachkommenschaft von *C. maxima* (Golden Hubbard und Tapley) entdeckten SCOTT und RINER (1946 a) männliche Sterilität bei 7 verschiedenen Linien dieser Kreuzungen. Genetische Tests zeigten, daß die Sterilität der männlichen Blüten einfach rezessiv auf den männlichen fruchtbaren Typ vererbt wird.

SCOTT und RINER (1946 b) fanden laut Bericht ein Merkmal für gefleckte Blätter bei "Zuni", einer Züchtung von *C. maxima*. Wenn man diese Pflanze mit Sorten kreuzt, die normale Blätter haben, so erweist sich diese Eigenschaft als dominant und ist von nur einem Gen gesteuert. Es ist im frühen Sämlingsstadium leicht erkennbar. Daher meinen die Autoren, daß es als Markierungsgen für die männliche Sterilität von Wert sein kann.

HUTCHINS (1944) fand eine F_3 -Linie bei *C. maxima* (aus einer Kreuzung der Züchtungen "Greenfold" und "Banana"), die zugleich männlich und weiblich steril war. Er stellte fest, daß der Unterschied zwischen fertilen und sterilen Pflanzen durch ein einziges rezessives Gen bedingt wird. Diese Aussage wurde durch Untersuchungen von EISA und MUNGER (1968) SHINGH und RHODES (1961) und DERMOT (1970) bestätigt.

In einer gründlichen Untersuchung der Nachkommen eines vielfarbigen Ablers von *C. maxima* zeigten HUTCHINS und YOUNGER (1952), daß

diese besondere Vielfarbigkeit oder Chimaere in nicht mendelnder Form durch den mütterlichen Elternteil vererbt wurde. Sie behaupten: "In keinem Fall waren Chimaeren bei Nachkommen enthalten, die von normalen weiblichen Blüten abstammten, sondern nur bei solchen, die von weiblichen Blüten mit chimaerischem Muster abstammten. Die Chimaeren schienen sehr instabil zu sein und waren wahrscheinlich meriklinal in ihrer Natur."

Die komplementäre Vererbung von wirtschaftlich wichtigen Merkmalen bei *C. maxima* waren Anlaß für genauere Forschungen durch SINGH (1949). Da völlige Dominanz bezüglich der Frühreife besteht, ist es für den Züchter, der sich mit der Produktion von Hybridsaatgut beschäftigt, notwendig, sich zu versichern, daß eine der Inzuchtlinien eine ausreichende Frühreife besitzt.

LANA (1950) analysierte Rückkreuzungen von 6 Kreuzungen zwischen 4 Sorten von *C. maxima*, die in allen nur möglichen Kombinationen eingekreuzt wurden. Er fand in den Rückkreuzungen für einige der untersuchten Merkmale deutliche Unterschiede. Merkmale, die stärker vom mütterlichen Elternteil geprägt werden, sind nach diesen Untersuchungen: Samengröße, Gewicht des Embryos, Größe des Cotyledonen, Länge der Ranken, Wachstumsrate, Anzahl von staubblättrtragenden Blüten pro Pflanze, durchschnittliche Zahl von Tagen bis zur Blüte und Ertrag pro Pflanze. Dagegen beeinflußt der väterliche Elternteil stärker: die Anzahl der Tage bis zur Blütezeit der weiblichen Blüten, die Zahl von stempeltragenden Blüten pro Pflanze, Zahl der Fruchtknoten, Zahl der Früchte pro Pflanze und Gewicht einzelner Früchte pro Pflanze.

LANA meint weiter, daß die Samengröße eine Reihe anderer Merkmale beeinflußt. Pflanzen aus kleinen Samen waren gewöhnlich kleiner und erzeugten weniger Früchte im Vergleich zu solchen aus größeren Samen.

Man vermutet, daß man mehr Saatgut erhalten könnte, wenn die großsamigen Einzelpflanzen als weibliche Eltern verwendet werden.

Beim Kürbis herrscht Kreuzbestäubung und Panmixie. Kürbis ist monözisch und hat große auffällige Blüten, die ausschließlich von Insekten bestäubt werden.

In der Regel verlieren Kreuzungen ihre Leistungen durch Inzucht. Daß dies nicht immer zutrifft, wurde für *C. maxima* durch BUSHNELL (1922) festgestellt und durch CUMMINGS und JENKINS (1928) in einem sorgfältigen Inzuchtversuch bestätigt. Auch die Heterosiswirkung war bei diesen Untersuchungen nur gering. Als in BUSHNELLS Versuch Inzuchtlinien untereinander gekreuzt wurden, zeigten die F_1 nur einen geringen Zuwachs an Leistungen gegenüber den freiabblühenden Sorten. Er konnte jedoch gleichförmige Linien von hoher Qualität und ökonomisch erstrebenswerter Typen isolieren.

Die Arbeit von CUMMINGS und JENKINS dauerte 10 Jahre; während der Zeit wurden zehn Generationen beobachtet. Um die Inzucht-Degeneration zu bestimmen, wurden folgende Eigenschaften verglichen: a) Blätterzahl pro Pflanze, b) Länge der Ranken, c) Zahl der Früchte pro Ranke, d) Gewicht der Früchte pro Ranke, e) durchschnittliche Zahl der guten Samen pro Ranke, f) durchschnittliches Gewicht des Samens pro Frucht.

In nicht einem dieser Kriterien waren die freiabblühenden den ingezüchteten Formen überlegen. "Das Studium reiner Linien zeigt, daß die Leistung der Pflanze und die Reproduktionsfähigkeit der Vielfalt nicht notwendigerweise nachlassen müssen bei Selbstbestäubung" (CUMMINGS und JENKINS, 1928).

Aus dem Bericht von MUDRA und NEUMANN (1952) geht hervor, daß auch sie bis in die I_3 -Generation keine Inzuchtwirkung feststellen konnten.

Forschungen durch HUTCHINS und CROSTON (1941), HAYASE und UEDA (1956) zeigen, daß ein geringer Heterosiseffekt vorhanden ist, der sich in einem größeren Ertrag von Früchten bei den beobachteten Kreuzungen äußert. Die Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß mit Hilfe entspre-

chender Zuchtmethoden die Effekte der Bastardwüchsigkeit genutzt werden können.

In Experimenten von HUTCHINS und CROSTON (1941) wurden zehn F_1 -Kreuzungen zwischen verschiedenen Sorten von *C. maxima* zusammen mit den Vergleichssorten angebaut. Die Forscher betonen, daß die Ergebnisse nur aus einem einjährigen Anbau stammen und sich eventuell ändern, wenn sie mehrere Jahre durchgeführt werden. Trotzdem sind die Ergebnisse mit entsprechender Einschränkung interessant. Sie fanden, daß 1) sieben der F_1 einen größeren Ertrag brachten als die ertragsreichere Vergleichssorte. 2) Kreuzungen zwischen engverwandten Linien sich nicht von den Eltern unterscheiden. 3) die Erträge nur durch den kombinierten Effekt von Gewicht der Frucht, Zahl der Früchte pro Pflanze und Reifezeit bestimmt werden (allgemein war die F_1 leicht überlegen in diesen Eigenschaften). 4) reziproke Kreuzungen zwischen klein- und großsamigen Pflanzen unterschiedliche Ergebnisse bringen.

Die Ergebnisse von HAYASE und UEDA (1956) waren ähnlich wie die von HUTCHINS und CROSTON. Sie wiesen nach, daß ein Heterosiseffekt bei den meisten Kreuzungen auftrat, z. B. in Form eines größeren Gesamtertrages. Meistens war das Gewicht der Frucht bei der F_1 größer als bei der Vergleichssorte, die Zahl der Früchte war gleich, oder nur wenig besser, und die Kreuzungen reiften eher als die Vergleichsvarianten.

Ähnliche Resultate wie HUTCHINS und CROSTON (1941) bei *C. maxima*, fand HARBER (1928) bei *C. pepo*. In selektierten Inzuchtlinien der "Table Queen" zeigte er, daß die Nachkommen der Ausgangssorte überlegen waren und Früchte erzeugten mit gleichbleibender Form, Größe und Qualität, bei gleicher Leistung. Er schließt daraus, daß Inzucht nicht notwendigerweise die Leistungen dieser Art mindert. Die Zahl der I-Generationen betrug vermutlich nicht mehr als sechs, weil das Experiment nur sieben Jahre dauerte.

PASSMORE (1934) untersuchte die Bastardwüchsigkeit (Heterosis) bei den

Samengrößen. Nach Kreuzung von klein- und großsamigen Inzuchtlinien der *C. pepo* wurden genetisch identische F_1 -Samen erzeugt, die aber je nach Kreuzung starke Größenveränderungen zeigten.

Da Samen dieser Art hauptsächlich aus dem Embryo bestehen, folgt daraus, daß ein erheblicher Kontrast im Embryogewicht bestand.

Ein Vergleich der Ergebnisse zeigte, daß die aus größeren Embryonen gezogenen Hybridpflanzen in den ersten Entwicklungsstadien viel weiter fortgeschritten waren als die Samen mit kleinen Embryonen. Diese anfängliche Überlegenheit in der Größe verliert sich jedoch mit dem Alter der Pflanzen, so daß zur Reifezeit praktisch keine Unterschiede zwischen Pflanzen aus kleinen oder großen Embryonen feststellbar werden.

WHITAKER (1962) meint dazu: Wenn in Zukunft bewiesen werden sollte, daß Heterosis ein wertvoller Gewinn für die Mengenproduktion bei CUCURBITA ist, dann muß ein billiges und wirksames Mittel gefunden werden, um die Staubfädenbesetzten Blüten entweder mit biologischen oder mit chemischen Mitteln zu sterilisieren.

Eine chemische Methode ist von WITTEWER und HILLYER (1954) vorgeschlagen worden. Sie fanden heraus, daß durch Besprühen der "Table Queen"-Züchtung (*C. pepo*) mit α -Naphthyl-Essigsäure in einer Konzentration von 100 ppm (im Ein- bis Zwei-Blattstadium) und durch Wiederholen der Behandlung nach 10 Tagen, die behandelten Pflanzen 8 Tage lang nur stempeltragende Blüten hervorbrachten, ehe eine einzige staubblättrtragende Blüte erschien. Maleinhydrazid war sogar noch wirksamer; in Konzentrationen von 250, 350 und 500 ppm angewandt, als die Pflanzen ein bis zwei Folgeblätter hatten, ergab dies einen hohen Anteil an Pflanzen mit nur stempeltragender Blüten. Keines der beiden Mittel beeinträchtigte die Fähigkeit der Stempelblüten, einen guten Samenertrag zu bringen.

ROBINSON, WHITAKER und BOHN (1969), DERMONT (1970) berichten über erfolgreiche Auslösung männlicher Sterilität bei Cucurbita durch

2 - chloroethylphosphonicsäure.

Obwohl einige Arbeiten über Bastardwüchsigkeit und Inzuchtwirkung bei Kürbis vorliegen, erschien es zweckmäßig, weitere Kenntnisse an dem in Mitteleuropa selektierten Material zu gewinnen. Deshalb soll in der hier vorliegenden Arbeit die Wirkung von langjährig fortgesetzter Selbstung bei "Gießener Ölkürbis" (*C. pepo* L.) auf verschiedene Merkmale, Gesamtertrag (Fleisch und Samen), Kornertrag, Tausendkorngewicht, Rohfett und Rohproteingehalt sowie Fettsäurezusammensetzung untersucht werden. Gleichzeitig wurde untersucht, inwieweit sich Bastardwüchsigkeit in F_1 -Kreuzungen für diese Merkmale zeigt.

2. Standortbeschreibung und Witterung

Die Untersuchungen, über die hier berichtet wird, wurden fast ausschließlich auf dem Versuchsfeld Groß-Gerau durchgeführt. Dieses liegt 29 km südlich von Frankfurt/Main in der Rheinebene in einer Höhenlage von 89 m über NN.

Der Boden besteht in der Krume (0-20 cm) aus einem schwachhumosen Sand dilluvialen Ursprungs mit guter Kalkversorgung und einem pH (KCl)-Wert von 6,3. Die Korngrößenverteilung ist folgende:

Ton	6-8 %
Schluff	15,0 %
Feinsand	41,8 %
Grobsand	36,2 %

Die Schicht von 20-60 cm wird von kalkfreien Geröllen aus Rotliegendem gebildet, von 60-120 cm aus kalkhaltigen Schiefertonaablagerungen und in tieferen Schichten aus glimmerhaltigen, kalkfreien und kalkhaltigen Feinsandschichten. Die Bodenwertzahl liegt zwischen 22 und 25.

Der Standort ist allgemein durch eine relativ hohe Temperatur (langjähriges Mittel: $9,5^{\circ}\text{C}$), geringe Niederschläge (langjähriges Mittel: 597 mm/Jahr) und mittlere bis niedrige Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet.

Der Witterungsverlauf während der beiden Anbaujahre 1970 und 1971, in

denen die meisten der hier behandelten Versuche durchgeführt wurden, kann kurz wie folgt charakterisiert werden:

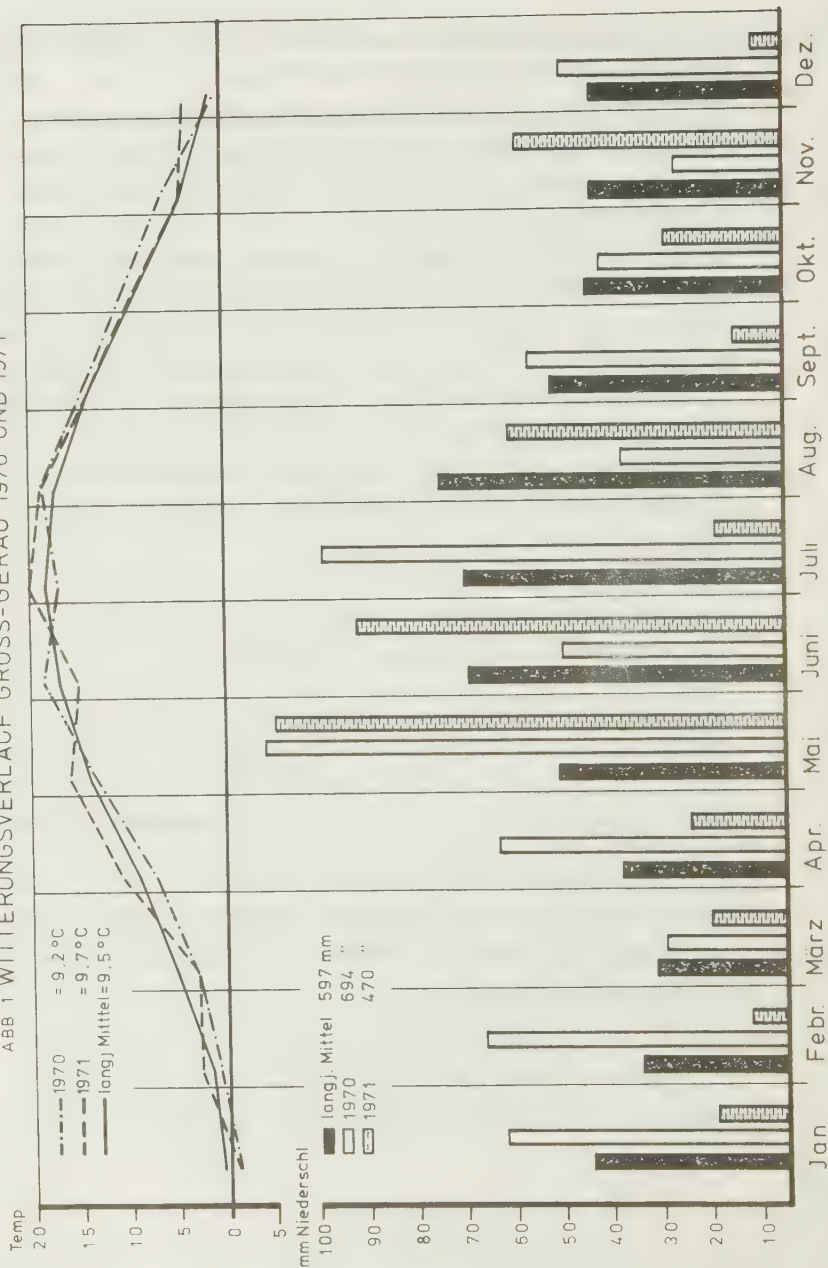
Im Jahre 1970 sank die durchschnittliche Jahrestemperatur auf $9,2^{\circ}\text{C}$; die mittleren Monatstemperaturen lagen im Januar, Februar, März, April, Mai, Juli und Dezember unter den langjährigen Monatsmitteln, in den übrigen Monaten darüber. Außer den Monaten März, Juni, August, Oktober und November stiegen die monatlichen Niederschläge über das langjährige Mittel, so daß eine Jahresniederschlagssumme von 694 mm erreicht wurde. Im Jahre 1971 war die durchschnittliche Jahrestemperatur mit $9,7^{\circ}\text{C}$ um $0,2^{\circ}\text{C}$ höher als das langjährige Mittel; die mittleren Monatstemperaturen lagen in allen Monaten außer Januar, März und Juni über dem langjährigen Durchschnitt. Die Monatsniederschläge blieben, die Monate Mai, Juni, August und November ausgenommen, unter den langjährigen Werten; dadurch lag die Jahresniederschlagssumme mit 470 mm um 127 mm unter dem langjährigen Mittel wie Abbildung 1 zeigt.

Das Kreuzungsmaterial wurde noch auf den Standorten Rauischholzhausen und Groß Bieberau in den Jahren 1970/71 angebaut.

Rauischholzhausen liegt bei Marburg am Fuße des Vogelsberges im Amöneburger Becken 220 m über NN. Die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei $8,0^{\circ}\text{C}$, die mittleren Jahresniederschläge bei 596 mm. Der Boden ist ein verlehmtter Löß mit einer Bodenwertzahl von 68-70.

Groß-Bieberau liegt am Westrande des Odenwaldes 190 m über NN. Die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt $9,2^{\circ}\text{C}$, die Jahresniederschläge liegen bei 900 mm. Die Bodenart wird als milder Lehm Boden mit mittlerem Sandgehalt angegeben.

ABB 1 WITTERUNGSVERLAUF GROSS-GERAU 1970 UND 1971



3. Versuchsanstellung und Material

Das Untersuchungsmaterial geht auf Zuchtstämme zurück, die v. BOGUS-LAWSKI aus Breslau mitbrachte und aus denen dann in Giessen bzw. in Groß-Gerau der bereits erwähnte "Giessener Ölkürbis" entstand. Durch planmäßige, strenge Selbstung und Geschwisterkreuzung ab 1957 konnten 1970 und 1971 insgesamt 11 Inzuchtgenerationen nebeneinander angebaut und geprüft werden. Dabei wurde im Laufe der Jahre eine gewisse positive Selektion in der Weise betrieben, daß vor allem die wüchsigen Formen zum weiteren Anbau kamen.

Die Versuche wurden von 1957 bis 1971 in Standardmethode angebaut, die Teilstückgröße betrug 2 m x 5 m. Bei 20 Pflanzen pro Teilstück wurden die Samen in zwei Reihen ausgebracht, so daß sich eine Standweite von 1 m x 0,5 m ergab. Je Pflanzloch wurden 2-3 Körner ausgelegt, die dann im Zweiblattstadium auf 1 Pflanze vereinzelt wurden.

Die Nährstoffgabe betrug in allen Jahren 120 kg/ha N in zwei Gaben von 50 kg und 70 kg/ha, 160 kg/ha K_2O und 72 kg/ha P_2O_5 . Die Bonitur der Linien erstreckte sich auf Aufgang, Jugendentwicklung, Blühbeginn, Wüchsigkeit, Mehltaubefall, Loslösen der Blattepidermis und Ausgeglichenheit der Pflanzen und Früchte.

Als Standard (= I₀) wurde die Sorte "Giessener Ölkürbis" verwendet. Diese Sorte, die durch systematische Auslese im Rahmen einer Stammbaumzüchtung entstand und durch planmäßige Erhaltungszüchtung durch Einzelpflanzenauslese mit Nachkommenschaftsprüfungen erhalten und vermehrt wurde, kann als weitgehend konstant angesehen werden, so daß keine wesentlichen genetisch bedingten Leistungsschwankungen und Veränderungen gegeben sind.

Das Selbstes der Pflanzen geschah auf folgende Weise:

Die Blütenblätter von weiblichen und männlichen Blüten der gleichen Pflanze werden am Tag vor dem Aufblühen zugebunden, um unerwünschte Pollenübertragung zu verhindern. Der Pollen der männlichen Blüte wird am

darauffolgenden Tag auf die Narbe der weiblichen gestreut und danach sofort mit Silberpapiertüten (Stanniol) isoliert.

Zur Prüfung auf Kombinationseignung (= Heterosiseffekt) wurden sowohl Bestandeskreuzungen mit und ohne Kastration (Entfernung der männlichen Blüten jeden zweiten Tag) als auch Handkreuzungen zwischen Einzelpflanzen verschiedener Linien durchgeführt.

Der Anbau der Leistungsprüfung mit den Kreuzungen erfolgte in 4 Reihen je Teilstücke = 40 Pflanzen bei gleichem Standraum wie die I-Linien, jedoch mit vierfacher Wiederholung.

Diese Versuche zur Ermittlung der Bastardwüchsigkeit wurden nach der Varianzanalyse ausgewertet. Der Samenertrag und das Tausendkorngewicht wurden von den luftgetrockneten Körnern (12-14 % Wassergehalt) bestimmt. Die Ermittlung des Fettgehaltes erfolgte nach der Rückstands- oder Differenzmethode (MARQUARD 1972) und die des Rohproteingehaltes nach KJELDAHL. Das Fettsäuremuster konnte gaschromatographisch bestimmt werden.

Die langjährige Auswertung der Ergebnisse der Inzuchtversuche erfolgte über das gewogene Mittel der relativen Erträge zum Standardmittel der einzelnen Jahre, da nicht in jedem Jahr alle I-Generationen und alle Merkmale nebeneinander geprüft bzw. untersucht werden konnten. Der Nachteil des Mittels von Relativzahlen liegt darin, daß die Wechselwirkungen Standorte-Jahre und Prüflieder-Jahre als gleich angesehen werden müssen, jedoch wäre eine Mittelung der absoluten nicht orthogonalen Werte in jedem Fall fehlerhaft.

II. VERSUCHSERGEBNISSE

1. Auswirkungen der Inzuchtung

Die Inzuchtung selbst ist keine Zuchtmethod für fremdbefruchtende Kulturpflanzen, da die nach fortgesetzter Selbstung auftretenden Inzuchtdepressionen kaum wirtschaftlich wertvolle Formen entstehen lassen, zumindest nicht dort, wo es auf Leistungseigenschaften ankommt. Bei fremdbefruchtenden Arten ist die Inzuchtung jedoch die Voraussetzung für jede planmäßige Kombinationszüchtung sowie für die Erstellung von Hybrid-sorten (ROEMER und RUDORF, 1957 zit. bei SCHUSTER, 1970).

Bislang liegen noch keine eingehenden Untersuchungen über die Inzuchtwirkungen bei Ölkürbis (*Cucurbita pepo* L.) vor. Es werden deshalb im folgenden Kapitel die erhaltenen Werte mit Ergebnissen von Mais (*zea* May L.) und Sonnenblumen (*Helianthus Annuus* L.) verglichen. Beobachtungen im Zuchtgarten führten dazu, den Ölkürbis zu den wenig inzuchtempfindlichen Pflanzen zu rechnen (HOFFMANN, MUDRA u. PLARRE 1971). Die Fertilität nach erzwungener Selbstbefruchtung ist allgemein hoch (siehe auch Seite 42). So konnten ohne Schwierigkeiten I-Generationen bis I_{11} erstellt werden.

a) Gesamtertrag

In Tabelle 1 ist der Gesamtkürbisertrag (Frischmasse) in dz/ha für I_0 bis I_{11} wiedergegeben. Wie daraus hervorgeht, ist bis I_5 ein zunehmender Abfall des Ertrages bis auf 86 % zum Standard ($I_0 = 100$ %) festzustellen. In I_7 zeigt sich wieder ein Anstieg auf 103 %, während I_9 einen erneuten Abfall auf 86 % aufweist. Allerdings kann der Wert in I_7 durch zufällige oder bewußte Auswahl von Linien ohne Inzuchtdepression zustande gekommen sein.

Im Mittel aller I-Generationen ergibt sich insgesamt eine Inzuchtdepression von 4 % gegenüber der Vergleichssorte "Giessener Ölkürbis". Der absolute Ertrag beträgt im gewogenen Mittel 610 dz/ha, ein Wert der in Standortversuchen mit verschiedenen Zuchtsorten auch von ALKÄMPER

Tabelle 1: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1957 bis 1971
Gesamtkürbisertrag (Frischmasse) I_0 bis I_{11}

Inzucht- Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	dz/ha
I_0	13	407	100	638
I_1	13	281	99	631
I_2	10	142	96	612
I_3	6	79	94	600
I_4	5	45	91	581
I_5	4	39	86	549
I_6	3	22	88	561
I_7	3	12	103	657
I_8	2	9	93	593
I_9	3	13	86	549
I_{10}	3	18	93	593
I_{11}	2	6	99	631
Mittel		666	96	610

Tabelle 2: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1957 bis 1971
Geschwisterkreuzungen (P.Kr.) I_0 bis I_3
Gesamtkürbisertrag (Frischmasse)

Inzucht- Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	dz/ha
I_0	13	407	100	638
1xP.Kr. I_1	11	163	95	606
2xP.Kr. I_2	9	48	90	574
3xP.Kr. I_3	5	23	102	651
Mittel		234	95	604

(1966) erzielt wurde. V. BOGUSLAWSKI (1965) nennt je nach Bodenart und Witterung Erträge von 336-972 dz/ha.

Neben Selbstungen von Einzelpflanzen (Autogamie) wurden Geschwisterkreuzungen (Geitenogamie) in den ersten drei Generationen durchgeführt. Die Leistungen in Gesamtertrag im Vergleich zur Sorte "Giessener Ölkürbis", die wie schon gesagt, durch eine planmäßige Erhaltungszüchtung bearbeitet wird, werden in Tabelle 2 wiedergegeben. Es ergibt sich gegenüber der Inzuchtdepression bei strenger Selbstung ein etwas stärkerer Ertragsabfall in I_1 und I_2 , der bis zur zweiten Inzuchtgeneration 10 % beträgt. In I_3 steigt der Ertrag wieder auf 651 dz/ha = 2 % über dem Standard an. Hier wurden sicher, wie bei strenger Selbstung in I_7 , im Rahmen einer Neuzüchtung auf wüchsige Formen selektiert.

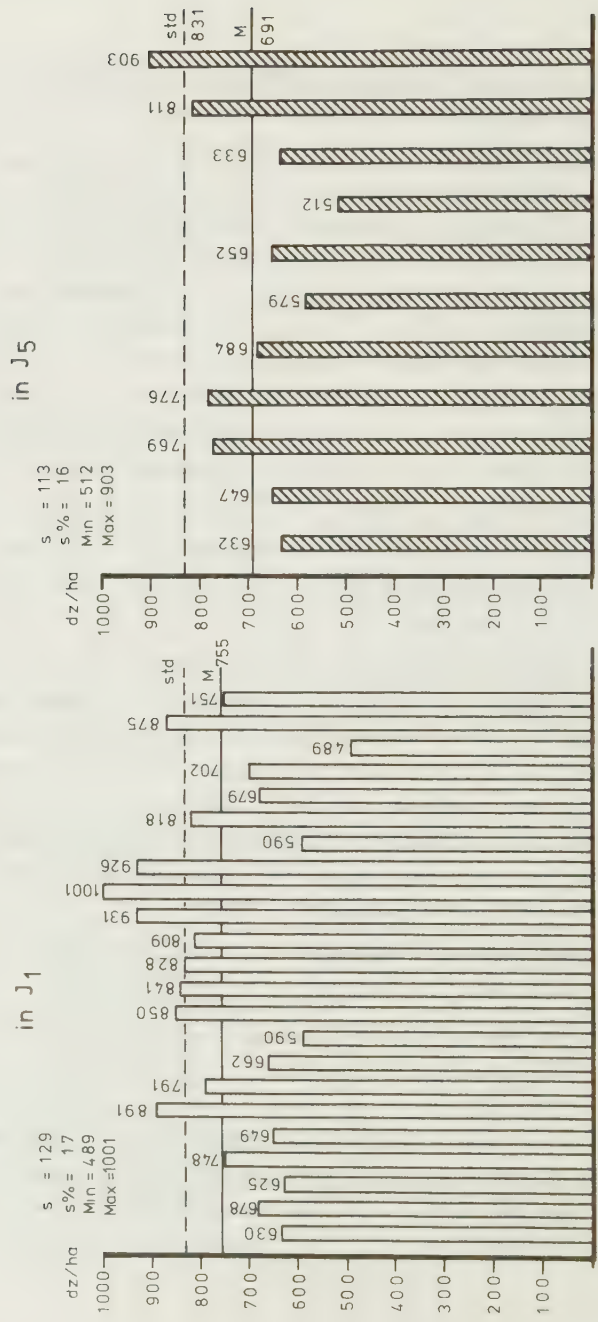
Im Mittel der drei I-Generationen beträgt die Inzuchtdepression 5 %, doch sind die Werte bei der Geschwisterkreuzung, wegen der unterschiedlichen Anzahl der Generationen, nicht ohne weiteres mit denen der Selbstungen zu vergleichen.

Analog den Beobachtungen, die SCHUSTER (1964) bei Sonnenblumen sowie FLEMING und KOZELNICKY (1965) bei Mais machten, ist zu erwarten, daß in späteren Inzuchtgenerationen die Geschwisterkreuzungen eine geringere Depression aufweisen als die strengen Selbstungen. Allgemein kann aber gesagt werden, daß die Inzuchtdepression bei Ölkürbis für das Merkmal Gesamtertrag nicht so stark ausgeprägt ist wie beim Mais, wo eine Depression von 50 % in 8-I-Generationen erreicht wurde (FLEMING und KOZELNICKY, 1965).

SCHUSTER (1964) beobachtete bei Sonnenblumen einen Ertragsabfall von I_0 zu I_1 von 31 %, von I_0 bis I_{12} sogar von 75 %.

Durch eine fortgesetzte Selbstung wird eine Zunahme der Homozygotie erreicht, die sich in einer Verringerung der Variabilität äußern muß. In Abbildung 2 ist die Variabilität im Merkmal Gesamtertrag in den I-Generationen I_1 und I_5 wiedergegeben. Die Streuung wurde als s -Standardabweichung und als $s\%$ -Standardabweichung in % des Mittelwertes (Variationskoeffizient) von den relativ ermittelten absoluten Werten errechnet.

ABB 2 JNZUCHTVERSUCH MIT ÖLKÜRBIS 1970
Variabilität des Gesamtertrages [Frischm.]



Wie aus der Abbildung 2 hervorgeht, zeigt sich eine Abnahme der Streuung von 129 in der I_1 auf 113 in I_5 . Der Variationskoeffizient (s in % des Mittels) hat sich infolge der starken Inzuchtdepression in I_5 dagegen nur von $s\% = 17$ auf $s\% = 16$ verringert. Die Extremwerte Minimum und Maximum sind jedoch in I_5 mit 512 dz/ha und 903 dz/ha gegenüber der I_1 mit Schwankungen zwischen 489 und 1001 dz/ha eingeschränkt, was auf eine Abnahme der Variabilität in späteren I-Generationen hindeutet.

Auch SCHUSTER (1964) erhielt bei Sonnenblumen von $s\% = 30,5$ in I_1 auf $s\% = 27,6$ in I_{11} keine deutliche Abnahme der Variabilität in späteren I-Generationen. Er erklärt dies mit einer Abnahme der Anpassungsfähigkeit infolge der durch die Inzüchtung bedingten Vitalitätsschwankung und wechselnden Umweltverhältnissen, die sich auch beim Anbau auf dem gleichen Standort unter denselben Witterungsbedingungen bemerkbar macht.

b) Kornertrag

Die Inzuchtwirkung auf den Kornertrag ist in Tabelle 3 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß der Abfall in I_1 gegenüber I_0 ("Gießener Ölkürbis") stärker ist als beim Gesamtertrag. Das Inzuchtminimum wird hier in I_5 mit 81 % zu I_0 erreicht. Auch der deutliche Anstieg in I_7 , der hier mit 12 % über dem Standard liegt, ist beim Kornertrag wie beim Gesamtertrag gegeben. Der Anstieg des Kornertrages in I_{10} und I_{11} dürfte, wie der in I_7 , durch bewußte oder unbewußte Selektion auf ertragreichere Linien bedingt sein. Da von I_6 ab nur 3-jährige Ergebnisse vorliegen, dürfen diese nicht zu kritisch betrachtet werden.

Insgesamt gesehen liegen die absoluten Kornerträge im Mittel von 13 Jahren und aller I-Generationen mit 14,3 dz/ha hoch. TAGHIZADEH (1967) erzielte im Mittel aller Versuchsvarianten einen Ertrag von 13,5 dz/ha.

Bei Geschwisterkreuzungen, die wiederum bis zur dritten I-Generation vorlagen, werden wie beim Gesamtertrag parallel zu Tabelle 2

Tabelle 3: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1957 bis 1971
Kornertrag (lufttrocken) I_i bis I_{11}

Inzucht- Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	dz/ha
I_0	13	407	100	15,7
I_1	13	281	90	14,1
I_2	10	142	91	14,3
I_3	6	79	89	14,0
I_4	5	45	98	15,4
I_5	4	39	81	12,7
I_6	3	22	84	13,2
I_7	3	12	112	17,6
I_8	2	9	87	13,7
I_9	3	13	90	14,1
I_{10}	3	18	102	16,0
I_{11}	2	6	108	17,0
Mittel		666	91	14,3

Tabelle 4: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1957 bis 1971
Geschwisterkreuzungen (P.Kr.) I_0 bis I_3
Kornertrag (lufttrocken)

Inzucht- Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	dz/ha
I_0	13	407	100	15,7
1xP. Kr. I_1	11	163	87	13,7
2xP. Kr. I_2	9	48	80	12,6
3xP. Kr. I_3	5	23	78	12,2
Mittel		234	85	13,3

etwas stärkere Inzuchtdepressionen beim Kornertrag erzielt. Hier werden in I_3 nur noch 78 % gegenüber der Sorte "Gießener Ölkürbis" geerntet, wie aus Tabelle 4 hervorgeht.

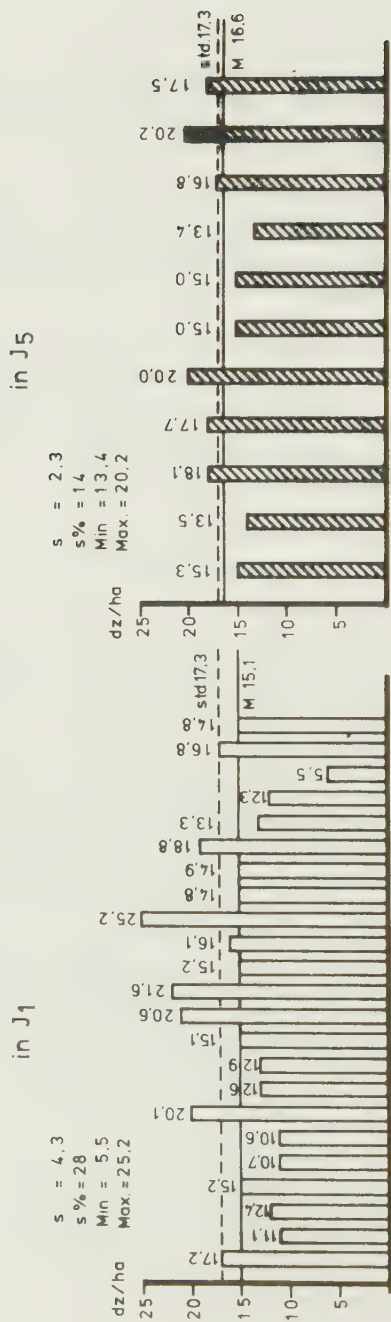
Im Vergleich zum Gesamtertrag sind die Inzuchtdepressionen im Kornertrag allgemein stärker ausgeprägt; auch die Differenz der Depression von strenger Selbstung zur Geschwisterkreuzung ist im Merkmal "Kornertrag" höher.

Stellt man einen Vergleich an zur Inzuchtdepression bei Sonnenblumen, so ergibt sich beim Ölkürbis für den Kornertrag eine geringere Depression. Nach SCHUSTER (1964) lag das Inzuchtminimum bei Sonnenblumen in der I_9 bei 35 % der Standardpopulation und für Mais nach FLEMING und KOZELNICKY (1965) bei 50 %.

Die Abbildung 3 gibt die Variabilität des Kornertrages in I_1 und I_5 wieder. Daraus ist zu ersehen, daß die Streuung von I_1 mit $s = 4,3$ zu I_5 mit $s = 2,3$ abnimmt. Auch der Variationskoeffizient liegt im Gegensatz zum Gesamtertrag mit $s\% = 14$ in I_1 gegen $s\% = 28$ in I_5 um 50 % niedriger. Das bedeutet, daß ein stärkerer Homozygotiegrad in I_5 vorliegt. Vergleicht man die Extremwerte anhand von Minimum und Maximumwerten, so ist eine Abnahme zu erkennen. Der Minimumwert steigt von 5,5 dz/ha in I_1 auf 13,4 dz/ha und das Maximum sinkt auf 20,2 dz/ha. Die Ertragsmittelwerte liegen in diesem Jahr in I_1 bei 15,1 dz/ha und in I_5 bei 16,6 dz/ha. Es macht sich also ein Leistungsanstieg bemerkbar, der auf einer positiven Selektion, insbesondere beim Minimum, beruhen dürfte.

Damit liegt die mittlere Ertragsdepression mit 15 % deutlich unter der der strengen Selbstung. FLEMING und KOZELNICKY (1965) fanden bei Mais auch, daß bei beginnender Inzüchtung Geschwisterkreuzungen stärkere Depressionen aufweisen als die strengen Selbstungen.

ABB. 3 JNZUCHTVERSUCH MIT ÖLKÜRBIS 1970
Variabilität des Kornertrages [Lufttrocken]



c) Tausendkorngewicht

Beim TKG treten die Inzuchtdepressionen nicht so stark in Erscheinung wie im Fall der Merkmale Gesamt- und Kornertrag.

Aus Tabelle 5 - der im Unterschied zu früheren Tabellen maximal nur 4 Beobachtungsjahre zu Grunde liegen - ist in den ersten 4 Generationen keine Inzuchtdepression festzustellen. Von der 4. Generation an ist eine leichte Tendenz in Richtung auf eine Zunahme der Depression erkennbar. Deutlich sind der Abfall in der I_5 von 100 % = 194 g auf 93 % = 180 g und in I_9 bis zum Minimum mit 86 % = 166 g. Dem Maximum in der I_8 , dem nur ein einziger Wert zu Grunde liegt, ist keine Bedeutung beizumessen.

Insgesamt ergibt sich für das TKG im Mittel nur eine Inzuchtdepression von 1 %.

Absolut sind die hier gefundenen TK-Gewichte mit denen von GREBENŠČIKOV (1950) zu vergleichen, der bei verschiedenen Kreuzungsstämmen Tausendkorngewichte von 161-239 g erhielt.

Auch die Geschwisterkreuzungen in Tab. 6 lassen nur eine sehr schwache Inzuchtdepression erkennen. Erst in I_3 sinkt das TKG um 1 %.

In der Variabilität (siehe Abbildung 4) zeigt sich auch nur eine geringe Änderung von I_1 zu I_5 . Die absoluten Werte sinken von $s = 22$ auf $s = 16$, aber der Variationskoeffizient infolge einer hier deutlichen Abnahme des mittleren TK-Gewichtes von 172 auf 164 gr von $s\% = 13$ auf $s\% = 10$.

GREBENŠČIKOV (1950) berichtet über Variationskoeffizienten bei 4 Stämmen von $s\% = 11,7$ bis $s\% = 23,2$

d) Rohproteingehalt

Tabelle 7 zeigt die Wirkung der Inzucht auf das Merkmal Rohproteingehalt in % der absoluten Trockenmasse. Hier ist - bei meistens nur 2 Beobachtungsjahren - eine ebenfalls nur schwache Depression um 1 % bis 3 % zu

Tabelle 5: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1967, 69, 70, 71
Tausendkorngewicht (lufttrocken) in I_0 bis I_{11}

Inzucht- Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	g
I_0	4	156	100	194
I_1	4	91	101	196
I_2	4	76	99	192
I_3	4	59	101	196
I_4	4	34	103	199
I_5	3	37	93	180
I_6	2	16	96	186
I_7	2	9	97	188
I_8	1	1	107	208
I_9	2	11	86	166
I_{10}	3	18	93	180
I_{11}	2	6	88	171
Mittel		358	99	191

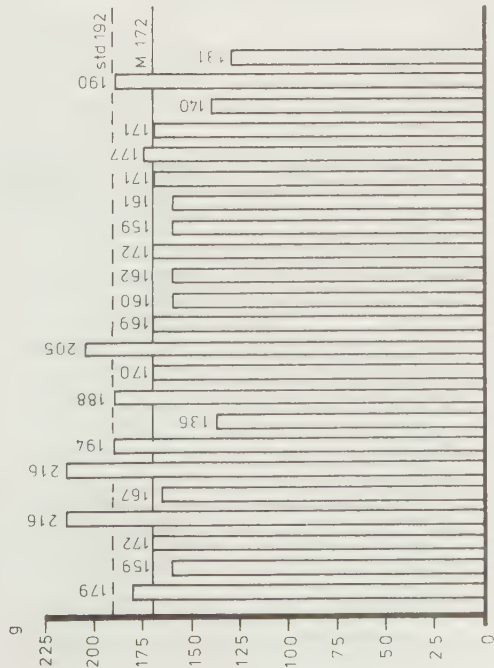
Tabelle 6: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1967, 69, 70, 71
Geschwisterkreuzungen (P.Kr.) I_0 bis I_3
Tausendkorngewicht (lufttrocken)

Inzucht- Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	g
I_0	4	156	100	194
1xP. Kr. I_1	4	46	100	194
2xP. Kr. I_2	4	24	100	194
3xP. Kr. I_3	2	7	99	192
Mittel		77	100	194

ABB. 4 JNZUCHTVERSUCH MIT ÖLKÜRBIS 1970
Variabilität des Tausendkorngewichtes [Luftrocken]

$s = 22$
 $s\% = 13$
Min = 131
Max = 219

IN J₁



IN J₅

$s = 16$
 $s\% = 10$
Min = 142
Max = 194

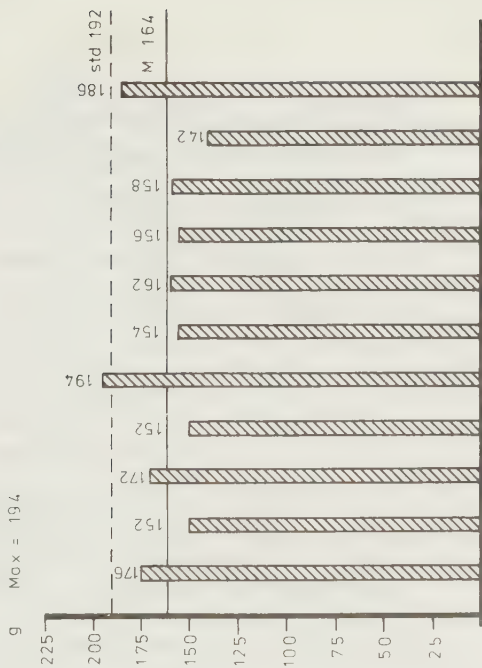


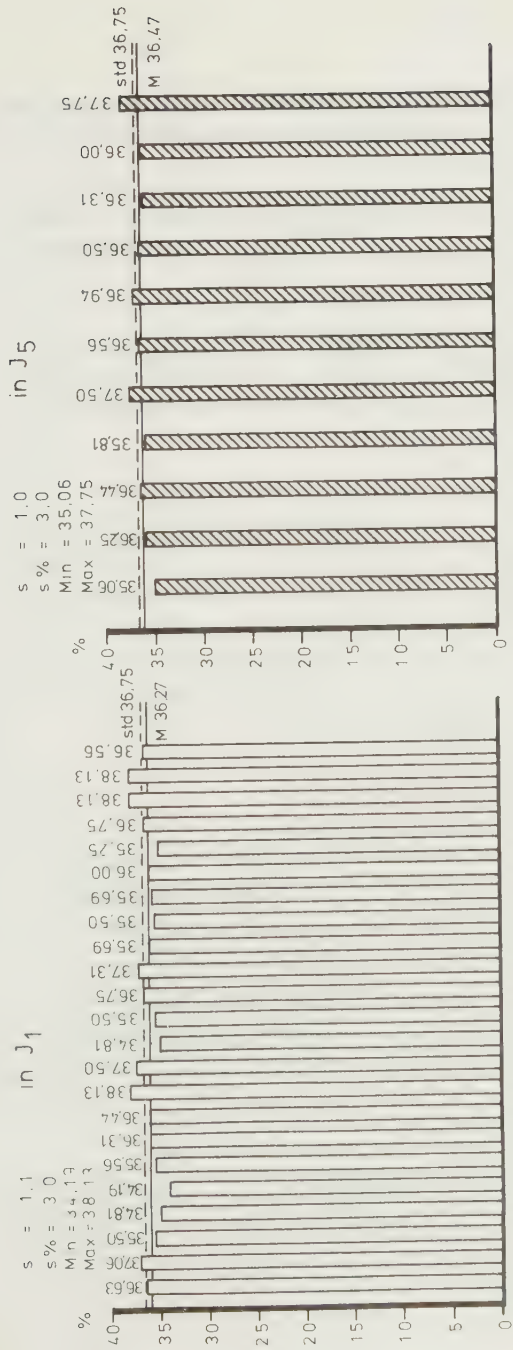
Tabelle 7: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1970 und 1971
Rohproteingehalt (in % der ATM) in I_0 - I_{11}

Inzucht - Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	%
I_0	2	103	100	37,75
I_1	2	40	99	37,37
I_2	2	39	98	37,00
I_3	2	24	98	37,00
I_4	2	21	99	37,37
I_5	2	15	98	37,00
I_6	2	16	98	37,00
I_7	1	6	99	37,37
I_8	-	-	-	-
I_9	1	4	97	36,62
I_{10}	2	15	98	37,00
I_{11}	2	6	97	36,62
Mittel		186	98	37,11

Tabelle 8: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1970 und 1971
Geschwisterkreuzungen (P. Kr.) I_0 bis I_3
Rohproteingehalt (in % der ATM)

Inzucht- Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	%
I_0	2	103	100	37,75
1xP. Kr. I_1	2	21	99	37,37
2xP. Kr. I_2	2	15	97	36,62
3xP. Kr. I_3	1	3	98	37,00
Mittel		39	98	37,05

ABB 5 JNZUCHTVERSUCH MIT ÖLKÜRBIS 1970
 Variabilität des Rohproteingehaltes [in%der ATM]



erkennen. Ein Inzuchtminimum ergibt sich in I_9 mit 97 % zur Sorte "Gießener". Die Anzahl der Werte und damit die Aussagekraft in I_9 und I_{11} ist jedoch nur gering.

Im Mittel zeigt sich eine Inzuchtdepression im Rohproteingehalt von insgesamt 2 %, 37,11 % gegenüber 37,75 % der Ausgangspopulation.

Die gleiche Inzuchtwirkung zeigt sich auch nach Geschwisterkreuzungen in Tab. 8. Die Rohproteinabnahme von I_0 zu I_2 beträgt 3 %. Dies ergibt im Mittel ebenfalls eine Inzuchtdepression von 2 %. Auch bei diesem Merkmal kann wie beim TKG festgestellt werden, daß die Inzuchtdepression gering ist.

Abbildung 5 zeigt die Variabilität des Rohproteingehaltes in I_1 und I_{15} . S und s% sind in beiden Generationen gleich. Auch die Extremwerte Minimum und Maximum lassen nur eine geringe Änderung erkennen. Vergleicht man die Werte mit Angaben aus der Literatur, so fällt auf, daß die im Rahmen dieser Arbeit erhaltenen Rohproteinwerte mit einem Mittel von 37,11 % relativ hoch liegen. BERKNER (1940) berichtet über Gehalte von 30,1 %, CURTIS (1948) von 34 % Rohprotein in absoluter Trockenmasse.

e) Rohfettgehalt im Kern

Bereits im Jahre 1885 hat ULBRICHT (zit. bei GREBENŠČIKOV, 1950) auf den hohen Ölgehalt der Kürbissamen hingewiesen. Damals wurde bei den beschalteten Samen ein Ölgehalt von 16-22 % festgestellt. Später konnte er durch die Züchtung wesentlich erhöht werden. So berichtet RUDORF (1940) von einigen Sorten, die im Durchschnitt einen Ölgehalt von 50 % aufweisen. Nach von BOGUSLAWSKI (1953) kann der Gehalt der schalenlosen Samen sogar eine Höhe von bis zu 58 % erreichen. In den vorliegenden Versuchen ergibt sich im Mittel ein Ölgehalt im Kern von 48,7 bzw. 49,1 %.

In Tabelle 9 wird die Inzuchtwirkung von I_0 bis I_{11} auf das Merkmal Fett-

Tabelle 9: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1957 bis 1971
Rohfettgehalt im Kern (in % der ATM) I_0 - I_{11}

Inzucht- Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	%
I_0	7	156	100	49,6
I_1	11	151	98	48,6
I_2	9	115	98	48,6
I_3	6	76	98	48,6
I_4	5	40	99	49,1
I_5	3	37	99	49,1
I_6	2	16	99	49,1
I_7	3	12	98	48,6
I_8	2	8	95	47,1
I_9	3	13	97	48,1
I_{10}	3	18	97	48,1
I_{11}	2	6	100	49,6
Mittel		492	99	48,7

Tabelle 10: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1957 bis 1971
Geschwisterkreuzungen (P.Kr.) I_0 bis I_3
Rohfettgehalt im Kern (in % der ATM)

Inzucht- Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	%
I_0	7	156	100	49,6
1xP. Kr. I_1	11	163	99	49,1
2xP. Kr. I_2	9	48	100	49,6
3xP. Kr. I_3	5	23	97	48,1
Mittel		234	99	49,1

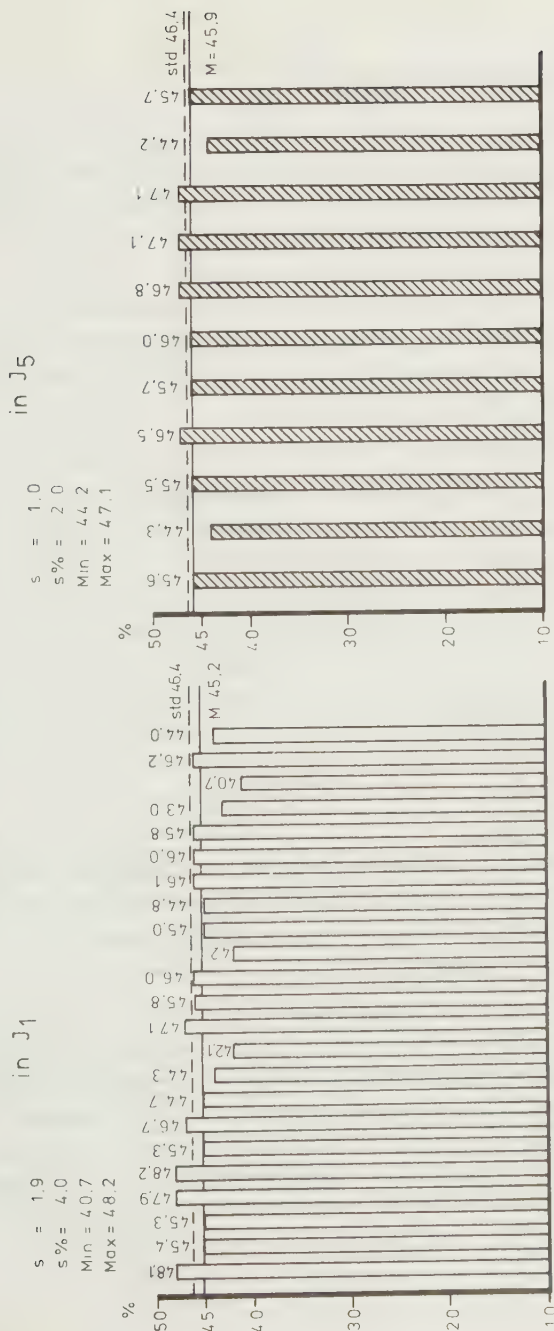
gehalt im Kern wiedergegeben. Dabei zeigt sich eine schwache Abnahme von I_0 bis I_{10} um relativ 3 % von 49,6 auf 48,1 % Fett. In der 11. Generation wird im Mittel von 6 Linien wieder der gleiche Wert wie bei der Standardpopulation erzielt. Das Inzuchtminimum liegt mit 95 % in der 8. Inzuchtgeneration, wobei aber wieder festgehalten werden muß, daß hier nur 8 Werte vorliegen. Im Mittel aller I-Generationen zeigt sich eine Inzuchtdepression von nur 1 %.

Die gleiche Inzuchtdepression im Mittel aller Werte ergibt sich bei den Geschwisterkreuzungen in Tabelle 10. In der I_1 wird eine Depression von 1 % deutlich, die I_2 liegt aber wieder mit 100 % gleich dem Standard. In der dritten Generation fällt der Ölgehalt dann um relativ 3 % auf 48,1 % Fett ab. Auch hier hat eine gewisse Selektion auf hohen Fettgehalt die Depressionen etwas abgeschwächt. Bei Sonnenblumen erhielt SCHUSTER (1964) ein Inzuchtminimum von 91 % gegenüber der Ausgangspopulation und im Mittel aller I-Generationen einen Abfall des Fettgehaltes im Kern auf 93 %.

Die Abbildung 6 zeigt die Variabilität für das Merkmal Fettgehalt in % der absoluten Trockenmasse in I_1 gegenüber der I_5 . Daraus ist eine Abnahme der Variabilität um fast 50 % von I_1 zu I_5 zu erkennen (s in $I_1 = 1,9$ - s in $I_5 = 1,0$). Auch der Variationskoeffizient hat sich um die Hälfte von $s\% 4,0$ auf $s\% 2,0$ verringert. Ebenso lassen die Minimum- und Maximumwerte bei fast gleichem Mittelwert die Einschränkung der Variabilität erkennen, in dem in I_1 die Differenz zwischen 40,7 und 48,2 und in I_5 zwischen 44,2 und 47,1 schwankt.

Allgemein kann man sagen, daß die Variabilität für den "Fettgehalt im Kern" geringer ist als für die Merkmale Gesamt- und Kornertrag. Zu gleichem Ergebnis kam auch SCHUSTER (1964) bei Sonnenblumen.

ABB. 6 JNZUCHTVERSUCH MIT ÖLKÜRBIS 1970
Variabilität des Fettgehaltes [in%derATM]



f) Fettsäurezusammensetzung

Nach von TSCHERMACK-SEYSENEGG (1934) liefert Ölkürbis ein wertvolles Speisefett. Hierbei spielt die günstige Fettsäurezusammensetzung eine entscheidende Rolle. Nach KAUFFMANN und FIEDLER (1950) werden für das Ölkürbisöl 17 % gesättigte und 83 % ungesättigte Fettsäuren angegeben. Die gesättigten Fettsäuren setzen sich zusammen aus 2/3 Palmitin- und 1/3 Stearinsäure, die ungesättigten enthalten um 53 % Linolsäure, den Rest als Ölsäure. Bemerkenswert ist, daß weder die die Haltbarkeit des Öles negativ beeinflussende Linolensäure noch die gesundheitsschädliche Erucasäure, wie z. B. im Rapsöl, vorhanden sind.

In Tabelle 11 ist die Fettsäurezusammensetzung für die Generationen von I_0 bis I_{11} wiedergegeben. Dabei wurden nur die drei am stärksten vertretenen Fettsäuren - Palmitinsäure (C16), Ölsäure ($C18_1$) und Linolsäure ($C18_2$) - gaschromatographisch bestimmt und in % der Summe = 100 angegeben. Es zeigt sich, daß nur bei der Ölsäure eine Inzuchtdepression festzustellen ist. Diese beträgt im Mittel der I-Generationen relativ 3 % bei einem Ölsäuregehalt von absolut 25,2 %. Die Linolsäure weist keine Inzuchtdepression auf. Im Mittel wurde ein C18:2-Gehalt von absolut 64,9 % festgestellt. Die allgemein aus der Literatur bekannte negative Korrelation zwischen Ölsäure und Linolsäure (CANVIN 1965) ist in den einzelnen I-Generationen nicht festzustellen. Lediglich in I_7 , I_{10} und I_{11} , wo ein Anstieg des Linolsäuregehaltes gegenüber der I_0 vorliegt, erscheint sie angedeutet. Der Ölsäuregehalt nimmt jedoch in den älteren I-Generationen stärker ab als der Linolsäuregehalt zunimmt. Der maximale Linolsäuregehalt wurde mit absolut 67,9 % C18:2 in I_{11} ermittelt.

Das Inzuchtminimum wird für die Ölsäure mit relativ 88 % und einem Gehalt von 22,9 % C18:2 in der I_{11} erreicht. In I_A sank der Ölsäuregehalt auf relativ 95 %. Er erreichte jedoch in I_6 wiederum den Wert der Sorte. Sehr schwankend bewegen sich in den einzelnen I-Generationen die Gehalte an Linol- und Palmitinsäure. Bei der Palmitinsäure ist neben einer negativen Korrelation zur Ölsäure auch eine "negative" Inzuchtdepression angedeutet, da in älteren I-Generationen der Palmitinsäuregehalt zunimmt.

Tabelle 11: Inzuchtversuche mit Ökürbis 1970 und 1971; Fettsäuremuster der I-Generationen I₀ bis I₁₁

I-Generation	Zahl der Werte insges.	Palmitin C16 %	Mittel d. relativen Werte	Ölsäure C18 ₁ %	Mittel d. relativen Werte	Linolsäure C18 ₂ %	Mittel d. relativen Werte
I ₀	103	9,4	100	26,0	100	64,7	100
I ₁	40	10,1	107	25,5	98	64,7	100
I ₂	39	10,2	109	25,5	98	64,7	100
I ₃	24	10,5	112	25,7	99	64,1	99
I ₄	20	9,9	105	24,7	95	65,3	101
I ₅	15	10,0	106	25,2	97	65,3	101
I ₆	16	9,6	102	26,2	101	64,7	100
I ₇	6	9,3	99	25,2	97	66,0	102
I ₈	-	-	-	-	-	-	-
I ₉	4	10,7	114	24,4	94	64,7	100
I ₁₀	15	10,1	107	24,2	93	66,0	102
I ₁₁	6	9,3	99	22,9	88	67,9	105
Mittel	185	10,1	107	25,2	97	64,9	100

Tabelle 12: Inzuchtversuche mit Ökürbis 1970 und 1971: Geschwisterkreuzungen (P.Kr.) I₀ bis I₃
 Fettsäuremuster

I-Generation	Zahl der Werte insgesamt	Palmitin C16 %	Mittel d. relativen Werte	Ölsäure C18 ₁ %	Mittel d. relativen Werte	Linolsäure C18 ₂ %	Mittel d. relativen Werte
I ₀	103	9,4	100	26,0	100	64,7	100
1xP.Kr. I ₁	21	10,0	106	24,4	94	65,3	101
2xP.Kr. I ₂	15	9,8	104	25,2	97	65,3	101
3xP.Kr. I ₃	3	10,3	110	23,7	91	66,0	102
Mittel	39	9,9	106	24,6	95	65,3	101

Die Geschwisterkreuzungen reagieren in ihrer Fettsäurezusammensetzung in ähnlicher Weise wie die strengen Selbstungen. Auch hier liegt der Gehalt an Palmitinsäure im Mittel von I_1 - I_3 um relativ 6 % über dem Standard. Von I_0 zu I_3 zeigt sich ein 10-prozentiger Anstieg von absolut 9,4 % zu 10,3 % Palmitinsäure.

Die Ölsäure reagiert dagegen wieder, analog den strengen Selbstungen, mit einer Abnahme des Gehaltes nach fortgesetzter Geschwisterkreuzung im Mittel von relativ 5 % gegenüber dem Standard. Der Minimalwert liegt mit relativ 91 % und einem absoluten Gehalt an Ölsäure von 23,7 % in der I_3 . Ein schwacher Anstieg von I_0 zu I_3 ist im Linolsäuregehalt zu verzeichnen; von relativ 101 % in I_1 und I_2 steigt der Gehalt in der dritten Generation auf 102 %, das entspricht einem absoluten Linolsäuregehalt von 64,7 zu 66,0 % (siehe Tabelle 12).

Die Variabilität der drei Fettsäuren in I_1 und I_5 aus dem Jahr 1970 ist in Abbildung 7 wiedergegeben.

Für die Palmitinsäure zeigt sich in der I_1 eine Variabilität von 1,3 mit einem Variationskoeffizienten von $s\% = 15$; die I_5 -Generation weist hier neben einem schwachen Abfall des mittleren Gehalts an Palmitinsäure auch eine Abnahme der Streuung und des Variationskoeffizienten um 50 % zu $s = 0,6$ und $s\% = 7,0$ auf.

Die Standardabweichungen der Öl- und Linolsäure liegen in der ersten Inzuchtgeneration etwa gleich mit $s = 2,5$ und $s = 2,8$; bei beiden Fettsäuren wird in der I_5 eine Abnahme um etwa 25 % deutlich. Die Variationskoeffizienten für die Ölsäure liegen mit $s\% = 12$ und $s\% = 9$ in beiden Inzuchtgenerationen um ein Dreifaches über denen der Linolsäure.

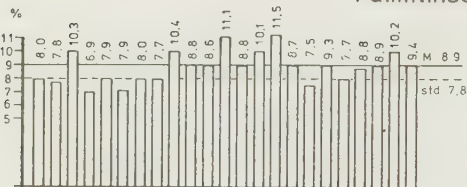
Für beide Fettsäuren trifft auch eine Abnahme des Variationskoeffizienten von I_1 zu I_5 um etwa 30 % zu. Die Einschränkungen der Variabilität nach 5 Inzuchtgenerationen zeigt sich für alle drei untersuchten Fettsäuren auch in den geringen Differenzen zwischen Minimum- und Maximumwerten gegenüber der I_1 .

ABB. 7 JNZUCHTVERSUCHE MIT ÖLKÜRBIS 1970
Variabilität der Fettsäuren

in J₁

s = 1,3 Min = 6,9
s% = 15,0 Max = 11,5

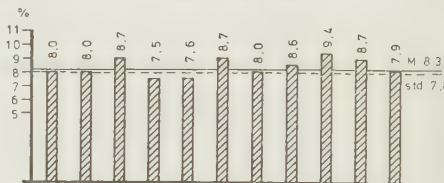
Palmitinsäure [C 16]



s = 2,5 Min = 17,2
s% = 12,0 Max = 28,6

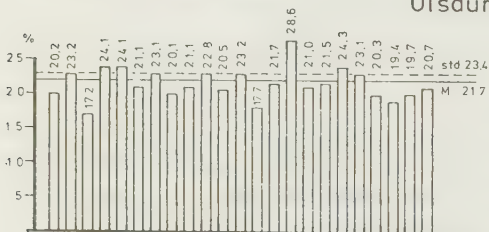
in J₅

s = 0,6 Min = 7,5
s% = 7,0 Max = 9,4



s = 2,0 Min = 20,3
s% = 9,0 Max = 27,7

Ölsäure [C 18₁]

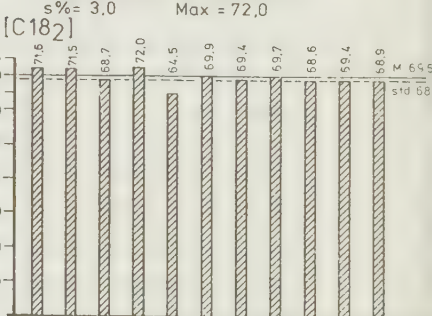
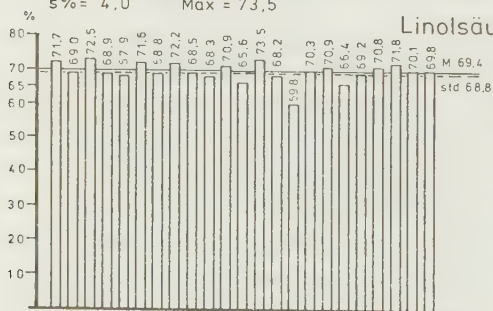


s = 2,8 Min = 59,8
s% = 4,0 Max = 73,5



s = 2,0 Min = 64,5
s% = 3,0 Max = 72,0

Linolsäure [C18₂]



Zusammenfassend kann zu den Untersuchungen über die Inzuchtwirkung festgestellt werden, daß die einzelnen Eigenschaften mit recht unterschiedlicher Depression auf die Inzuchtung reagieren. Die stärkste Inzuchtwirkung zeigt sich im Merkmal "Kornertrag" mit einer Depression von 9 %. Im Mittel der 11 I-Generationen liegt das Inzuchtminimum in I_5 mit 19 % unter der frei abblühenden Sorte.

Nach DAVENPORT (1908), BRUCE (1910), KEEBLE und PELLEW (1910) und JONES (1917) zit. bei HOFFMANN, MUDRA, PLARRE (1971) ließe sich die starke Depression durch eine Zunahme der Homozygotie bis zur I_5 erklären. Danach enthält die Population einerseits Individuen mit vielen ungünstig wirkenden, rezessiven Genen und die dann nach Selbstung auch das Merkmal in ungünstiger Weise zur Ausprägung bringen. Durch die dominanten Gene kam diese Wirkungsweise im heterozygoten Zustand nicht so stark zur Wirkung. Andererseits spalten aber auch Individuen heraus, die mehr dominante Gene besitzen, die das Merkmal in positiver Weise zur Ausprägung bringen. Diese positiven Individuen wurden dann meist, wie bereits erwähnt, durch Selektion zum weiteren Anbau gebracht. Dadurch kann man den Anstieg des Kornertrages nach dem Inzuchtminimum sogar über den Standard-Wert hinaus mit zunehmender Inzuchtgeneration bis I_{11} erklären. Obwohl von I_1 bis I_5 eine Zunahme der Homozygotie erfolgt, ist die Streuung des Kornertrages mit einem Variationskoeffizienten von $s\% = 14$ zwischen Inzuchtgeschwistern noch relativ hoch im Vergleich zu den übrigen hier untersuchten Merkmalen. Das kann zum Teil dadurch erklärt werden, daß das Merkmal "Kornertrag" sehr stark polygen vererbt wird. Analog den strengen Selbstungen ist bei den Geschwisterkreuzungen mit einem Inzuchtminimum von 22 % bzw. 12,2 dz/ha ebenfalls eine deutliche Inzuchtdepression gegeben.

Für den Gesamtertrag (Fleisch und Kerne in Frischmasse) wird eine etwas geringere Depression festgestellt. Im Mittel aller I-Generationen liegt die Depression der strengen Selbstungen bei 4 %, die der Geschwisterkreuzungen bei 5 %. Dabei zeigt sich wieder, wie beim Kornertrag, nach dem Inzuchtminimum in I_5 mit 14 % ein Anstieg des Gesamtertrages.

Die Geschwisterkreuzungen zeigen einen Ertragsabfall bis I_3 von 5 %.

Die Variabilität des Merkmals Gesamtertrag nimmt bis zur I_5 nicht wesentlich ab ($s\%$ in $I_1 = 17$, $s\%$ in $I_5 = 16$).

Die geringere Variabilität in I_1 gegenüber dem Kornertrag kann durch eine Kompensation von Fleisch- und Kornertrag zustande kommen.

Auch die insgesamt geringere Depression läßt sich so erklären. Die wechselnde Leistung, vor allem in den späteren I-Generationen kann, wie beim Kornertrag, durch Selektion auf ertragreiche Linien erklärt werden.

Die geringste Inzuchtwirkung wird im Merkmal Tausendkorngewicht deutlich. Im Mittel der 11 Selbstungsgenerationen beträgt die Depression nur 1 %. Bei den Geschwisterkreuzungen zeigt die I_3 ebenfalls eine Verringerung des TKG um 1 %. Auch die Variabilität ändert sich von I_1 mit $s\% = 13$ zu I_5 mit $s\% = 10$ nur wenig.

Auch im Rohproteingehalt ist nur eine schwache Inzuchtwirkung zu erkennen. Hier liegt das Mittel der Selbstungen und Geschwisterkreuzungen nur 2 % unter der Standardpopulation. In I_9 ergibt sich mit 97 % gegenüber der Sorte nur ein niedriges Inzuchtminimum, jedoch werden in keiner I-Generation höhere Werte als bei der Sorte "Gießener" festgestellt. Hier kann sich die Selektion auf einen hohen Fettgehalt infolge der allgemein gegebenen negativen Korrelation zwischen Rohprotein- und Ölgehalt ausgewirkt haben.

Auch die Variabilität für dieses Merkmal ist gering; der Variationskoeffizient liegt für beide I-Generationen bei $s\% = 3,0$. Das bedeutet, daß eine Selektion auf das Merkmal "Rohproteinanteil" keine großen Erfolge verspricht.

Der Fettgehalt läßt ebenfalls nur eine schwache Depression von 1 % im Mittel der strengen Selbstungen sowie bei den Geschwisterkreuzungen erkennen.

Ähnlich wie bei der Eigenschaft "Rohproteingehalt" liegt die Variabilität für beide I-Generationen mit $s = 1,9$ bzw. $1,0$ und $s\% = 4,0$ niedrig.

Für den Fettgehalt hat sich jedoch die Variabilität zur I_5 um 50 % gegenüber der I_1 verringert; die Variabilität hat also durch die Inzucht deutlich abgenommen

In der Fettsäurezusammensetzung ergibt sich für die Ölsäure eine Inzuchtdepression von 3 % im Mittel der Selbstungsgenerationen. Bei den Geschwisterkreuzungen werden in I_3 5 % festgestellt.

Die Linolsäure reagiert nicht auf eine fortgesetzte Selbstung. Die allgemein festzustellende negative Korrelation zwischen Ölsäure und Linolsäure (CANVIN 1965) tritt hier infolge Inzuchtdepression nicht zu-tage.

Mit einem Anstieg von 7 % bei den Selbstungen und 6 % bei den Geschwisterkreuzungen im Mittel aller I-Generationen reagiert die Palmitinsäure positiv auf die Inzuchtung und zeigt damit eine "negative" Inzuchtwirkung.

Vergleicht man die Variabilität der drei untersuchten Fettsäuren, so zeigen sich die geringsten Werte bei der Linolsäure mit einem Variationskoeffizienten von $s\% = 4,0$ in der I_1 und $s\% = 3,0$ in der I_5 . Palmitin- und Ölsäure liegen in ihren relativen Variabilitätswerten mit $s = 15$ bzw. $s = 12$ in der I_1 etwa gleich hoch. Die Abnahme der Variabilität zur I_5 ist jedoch bei der Palmitinsäure auf $s\% = 7,0$ etwas stärker als bei der Ölsäure auf $s\% = 9,0$.

Eine Selektion auf unterschiedlichen Ölsäure- und Palmitinsäuregehalt könnte demnach wirkungsvoller als auf verschiedene Linolsäurewerte sein.

g) Fertilität nach Selbstung

Voraussetzung für die Nutzung von Inzuchtlinien in einem Zuchtprogramm ist eine ausreichende Fertilität nach Selbstungen. Um entsprechende Daten zu erhalten, wurde der Samenansatz pro Frucht in g lufttrockener Körner nach Selbstungen ermittelt und dem nach Kreuzungen gegenübergestellt.

In Tabelle 13 ist der Samenansatz pro Frucht nach strenger Selbstung von 11 Inzuchtgenerationen in den Jahren 1965 bis 1971 wiedergegeben. Der Samenерtrag pro Frucht der Standardsorte "Gießener" Ölkürbis wurde in jedem Jahr ermittelt. Er betrug im Mittel der Jahre 68 g.

Bis in die 4. Inzuchtgeneration macht sich eine deutliche Abnahme der Fertilität auf relativ 63 % bzw. 43 g bemerkbar. Zur I_7 steigt der Samenansatz dann wieder auf 82 % bzw. 56 g an, fällt aber dann von neuem ab und erreicht in I_{10} das Minimum mit relativ 57 % = 39 g.

Im Mittel aller 11 Inzuchtgenerationen ergibt sich eine Fertilitätsabnahme infolge strenger Selbstung von 24 % gegenüber der Vergleichssorte. In dieser Abnahme des Samenерtrages pro Frucht ist der Ertragsabfall durch die allgemeine Inzuchtdepression enthalten. Die Inzuchtdepression des Samenерtrages pro ha (siehe Tabelle 3) war aber wesentlich geringer. Auch zeigte sich keine klare Depression im Tausendkorngewicht, so daß der hier zutage tretende Abfall des Samenерtrages pro Frucht im wesentlichen durch eine geringere Zahl der Samen pro Frucht bedingt sein dürfte.

Im Gegensatz zu SCHUSTER (1964, 1970), der bei strenger Selbstung von Sonnenblumen bis zur I_5 eine Abnahme der Fertilität bis auf 10 % erhielt, beträgt hier beim Ölkürbis die Selbstfertilität im Minimum noch etwa 40 % des normalen Samenansatzes. Infolge Selektion auf höhere Selbstfertilität stellte SCHUSTER (1964, 1970) einen Anstieg des Samenansatzes nach Selbstung auf 24 % fest, im Fall des Ölkürbis kann trotz mehr oder weniger bewußter Auslese auf Pflanzen mit höherer Fertilität kein derart kontinuierlicher Wiederanstieg gefunden werden.

Tabelle 13: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1965 bis 1971
Samenansatz pro Frucht nach strenger Selbstung
(lufttrocken)

Inzucht- Generation der Samen	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	g
I ₀	7	569	100	68
I ₁	6	154	86	58
I ₂	7	92	77	52
I ₃	7	55	74	50
I ₄	4	28	63	43
I ₅	4	48	74	50
I ₆	4	32	77	52
I ₇	4	24	82	56
I ₈	3	22	58	39
I ₉	2	13	61	41
I ₁₀	4	22	57	39
I ₁₁	3	35	69	47
Mittel		525	76	51

Tabelle 14: Inzuchtversuche mit Ölkürbis 1965 bis 1971
Samenansatz pro Frucht nach Geschwisterkreuzungen
(lufttrocken)

Inzucht- Generation	Zahl der Jahre	Zahl der Werte insges.	Mittel der relativen Werte relativ	g
I ₀	7	569	100	68
1xP. Kr. I ₁	6	70	89	61
2xP. Kr. I ₂	6	49	75	51
3xP. Kr. I ₃	4	23	68	46
Mittel		142	81	55

Die Geschwisterkreuzungen weisen eine ähnliche Tendenz wie die strengen Selbstungen auf. Tabelle 14 gibt den Samenertrag nach dreimaliger Geschwisterkreuzung wieder. Setzt man den Samenertrag der Vergleichssorte "Gießener" gleich 100, so zeigt sich zur I_3 eine deutliche Abnahme um 32 % auf 46 g lufttrockener Samen/Frucht. Bei Sonnenblumen fand SCHUSTER (1964, 1970) nach Geschwisterkreuzungen eine deutliche höhere Fertilität als nach Autogamie.

In Tabelle 15 und 16 wird im Vergleich die Fertilität nach verschiedenen Kreuzungen aufgezeigt.

Tabelle 15 zeigt die Fertilität nach Kreuzungen innerhalb der einzelnen 10 I-Generationen. Verglichen mit dem Samenertrag der Standardsorte "Gießener", der wieder relativ = 100 gesetzt wurde, wird eine Abnahme der Fertilität bis zur I_2 und I_3 auf 64 bzw. 65 % eines normalen Samenertrages deutlich. Die Kreuzungen $I_4 \times I_4$ weisen wieder einen Anstieg der Fertilität auf 87 % bzw. 59 g Samen pro Frucht auf. Im Mittel aller Kreuzungen ergibt sich eine Abnahme der Fertilität um 27 % auf 50 g Samen/Frucht. Diese dürfte durch die Inzuchtdepression in den I-Generationen auf der einen Seite und durch die mangelnde Befruchtung nach künstlicher Bestäubung und Einschluß der Blüten und Fruchtknoten mit Stanniolpapier auf der anderen Seite verursacht sein. Auch kann hierbei die nicht freie Auswahl aus dem Pollengemisch, wie sie bei freier Bestäubung besteht, eine Rolle spielen. Hierauf deuten die großen Differenzen zwischen den Minimum-Maximum-Werten hin. So werden in I_1 und I_4 Werte von 118 bzw. 131 % relativ zur freien Abblüte des Standards "Gießener" gefunden.

Besonders deutlich kommt ersteres bei den Kreuzungen in den älteren I-Generationen I_8 und I_9 zum Ausdruck, die auch bei den strengen Selbstungen mit 39 bzw. 41 g Samen/Frucht die geringste Fertilität aufweisen.

Die F_1 aus Kreuzungen drei verschiedener Kreuzungsgruppen zeigt in Tabelle 16 ebenfalls eine Schwächung der Fertilität.

Tabelle 15: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1965 bis 1971
Leistungen der Einzelkreuzungen in F_1 in verschiedenen
I-Generationen Samenansatz pro Frucht nach Kreuzung
(lufttrocken)

Generation	Zahl der Werte	Samen- anteil g	Mittel d. rel. Werte	Min. - Max. rel. zu Std.
I_0 (Std.)	569	68	100	
$I_1 \times I_1$	16	59	87	70 - 118
$I_2 \times I_2$	10	44	64	48 - 92
$I_3 \times I_3$	11	44	65	49 - 82
$I_4 \times I_4$	13	59	87	56 - 131
$I_5 \times I_5$	4	48	71	63 - 79
$I_6 \times I_6$	6	49	72	52 - 91
$I_7 \times I_7$	4	48	70	59 - 80
$I_8 \times I_8$	5	29	42	34 - 49
$I_9 \times I_9$	4	39	58	54 - 62
$I_{10} \times I_{10}$	3	58	86	78 - 93
Mittel d. Kreuzungen	76	50	73	34 - 131*

* Extremwerte

Tabelle 16: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1965 bis 1971
Kreuzungen in F_1 Samenansatz pro Frucht nach
Kreuzung (lufttrocken)

Kreuzungen	Zahl der Werte	Samen- anteil g	Mittel d. rel. Werte	Min. - Max. rel. zu Std.
Std.	569	68	100	
FA x FA	17	62	91	66 - 126
I x I	30	43	63	49 - 76
FA x I	19	57	84	54 - 145
Mittel d. Kreuzungen	66	52	76	49 - 145*

* Extremwerte

Im Vergleich zur Sorte "Gießener" brachte die Kreuzung aus freier Abblühte x freier Abblühte mit 91 % bzw. 62 g infolge des Fehlens einer Inzuchtdepression einen deutlich höheren Samenansatz als die Kreuzung zwischen zwei I-Linien verschiedener Generationen. Letztere liegt mit relativ 63 % zum Standard noch etwas niedriger als der Mittelwert in Tabelle 15. Die Nachkommen aus F. A. x I zeigen eine Fertilität von relativ 84 % und einen Samenерtrag pro Frucht von 57 g. Damit liegt die Fertilität der F_1 aus freier Abblühte x I-Linie zwischen der der Nachkommen aus F. A. x F. A. und I x I. Dies zeigt ebenfalls, daß die geringe Fertilität direkt durch die Inzuchtdepression der Mutterpflanze wesentlich mitverursacht wird. So sind auch nur Maximalwerte von relativ über 100 unter der Kreuzung aus F. A. x F. A. und F. A. x I zu finden.

2. Bastardwüchsigkeit (Heterosiseffekt)

Eine der wirksamsten Methode, um die Leistungsfähigkeit einer Pflanzentart über das mit konventionellen Züchtungsverfahren erreichbare Maß zu steigern, ist die Inzucht-Heterosis-Züchtung. Dieser Methode liegt die Erscheinung der Bastardwüchsigkeit (= Heterosis) zu Grunde, wonach Pflanzen nach strenger Selbstung hinsichtlich ihrer Wüchsigkeit, ihrem Ertrag und anderen Leistungen Inzuchtdepressionen aufweisen und nach Kreuzung zwischen bestimmten Linien die F_1 -Nachkommen häufig die Elternpopulation überragen.

Um die Inzucht-Heterosis-Erscheinung zu erklären, stellten verschiedene Forscher Hypothesen auf, wobei aber hier nur die wichtigsten erwähnt werden sollen.

So behaupteten SHULL und EAST (1908) unabhängig voneinander, daß die erhöhte Leistungsfähigkeit von Bastarden mit Heterozygotie verknüpft sei, während Homozygotie stets zu einem Leistungsabfall führe (Heterozygotie-Hypothese). Von BRUCE (1910), KEERLE und PELLEW (1910) wurde die Dominanztheorie aufgestellt. Sie geht davon aus, daß leistungsfördernde Allele dominant sind, während die rezessiven hemmend wirken. Die Inzüchtung bewirkt nun, daß durch die Homozygotie vermehrt rezessive Gene wirksam werden und einen Leistungsabfall verursachen. Nach Kreuzung treten in heterozygoten Individuen vermehrte dominante, positiv wirkende Gene auf.

Diese Hypothese wurde 1917 und 1918 von JONES zur Kopplungshypothese modifiziert, die davon ausgeht, daß die dominanten leistungsfördernden Gene gekoppelt sind mit rezessiven, leistungshemmenden Genen, danach könnten hohe Leistungen in Selbstungslinien nur in sehr seltenen Fällen nach mehrfachen sich günstig auswirkenden Kopplungsbrüchen auftreten. KAPPERT (1930) erklärt die Inzucht-Heterosiserscheinung durch komplementäre Polygenie.

Nach HULL (1946) soll die "Überdominanz" für die Heterosis verantwort-

lich sein, wonach Aa eine stärkere Wirkung hat als AA und aa. Neben Genwirkungen machte NILSSON (1937) auch Plasmaeinflüsse für die Inzuchtdepression und Wechselwirkungen zwischen Gen- und Plasmafaktoren für die Heterosis verantwortlich (Plasmahypothese). Nachdem im ersten Abschnitt die Inzuchtdepression behandelt wurde, soll im folgenden die Bastardwüchsigkeit bei einigen Leistungs- und Qualitätsmerkmalen des Ölkürbis untersucht werden.

a) Gesamtertrag

In Tabelle 17 sind die Gesamterträge (Frischmasse) der Kreuzungsnachkommen von Einzelkreuzungen in 10 Inzuchtgenerationen der Jahre 1966 - 1971 wiedergegeben. Mit der Trennung der Kreuzungen in verschiedene I-Generationen sollte untersucht werden, ob die fortschreitende Homozygotie einen Einfluß auf die Bastardwüchsigkeit ausübt.

Die Vergleichssorte "Gießener" wurde in jedem Jahr wieder gleich 100 gesetzt und die dz/ha Erträge aus den ermittelten relativen Zahlen errechnet. Im Mittel von 6 Jahren brachte die frei abblühende Sorte "Gießener" 724 dz/ha Frischmasse (Kerne + Fleisch). Für die Eltern (I-Linien) der hier geprüften Kreuzungen ergibt sich ein Gesamtertrag von 709 dz/ha = relativ 98 %. Dies bedeutet, daß die Inzuchtdepression der Kreuzungseltern nicht hoch war. Betrachtet man das Mittel aller Kreuzungsnachkommen, so steht der Gesamtertrag von 719 dz/ha beziehungsweise relativ 99 % zwischen dem Standard und dem Mittel der Eltern, es ist aber kein signifikanter Unterschied festzustellen. Weiter ist aus der Tabelle zu ersehen, daß es hinsichtlich der Ertragsleistung gleichgültig ist, ob mit wenig oder stark ingezüchteten Linien gearbeitet wird. Das bedeutet, daß schon in früheren Generationen auf Kombinations-eignung geprüft werden kann.

Mehr Aufschluß bezüglich einer Bastardwüchsigkeit geben die Minimum-Maximum-Werte. Insgesamt in 23 Fällen der 46 Kreuzungen = 50 % ist eine "Heterosis" festzustellen mit relativen Erträgen von über 100, davon

Tabelle 17: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1966 bis 1971
Leistungen der Einzelkreuzungen in F_1 in verschiedenen
I-Generationen
(Gesamtertrag (Frischmasse))

Inzucht- Generation	Zahl der Werte	Gesamt- ertrag dz/ha	Mittel der rel. Werte	Min. - Max. relativ zu Std.
I_0 (Std.)	250	724	100	
Mitt. d. Eltern	92	709	98	
$I_1 \times I_1$	5	724	100	89 - 110
$I_2 \times I_2$	1	869	120	120
$I_3 \times I_3$	6	666	92	55 - 114
$I_4 \times I_4$	16	753	104	73 - 140
$I_5 \times I_5$	2	652	90	75 - 104
$I_6 \times I_6$	5	688	95	66 - 108
$I_7 \times I_7$	3	731	101	83 - 116
$I_8 \times I_8$	4	673	93	81 - 113
$I_9 \times I_9$	3	666	92	66 - 110
$I_{10} \times I_{10}$	1	891	123	123
Mittel d. Kreuzungen	46	719	99	55 - 140*

* Extremwerte

Tabelle 18: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1957 bis 1971
Kreuzungen in F_1 Gesamtertrag (Frischmasse)

Kreuzungen	Zahl der Werte	Gesamt- ertrag dz/ha	Mittel der rel. Werte	Min. - Max. relativ zu Std.
Std.	407	638	100	
FA x FA	58	651	102	61 - 136
I x I	104	644	101	58 - 110
FA x I	27	632	99	87 - 118
Mittel d. Kreuzungen	189	644	101	58 - 136*

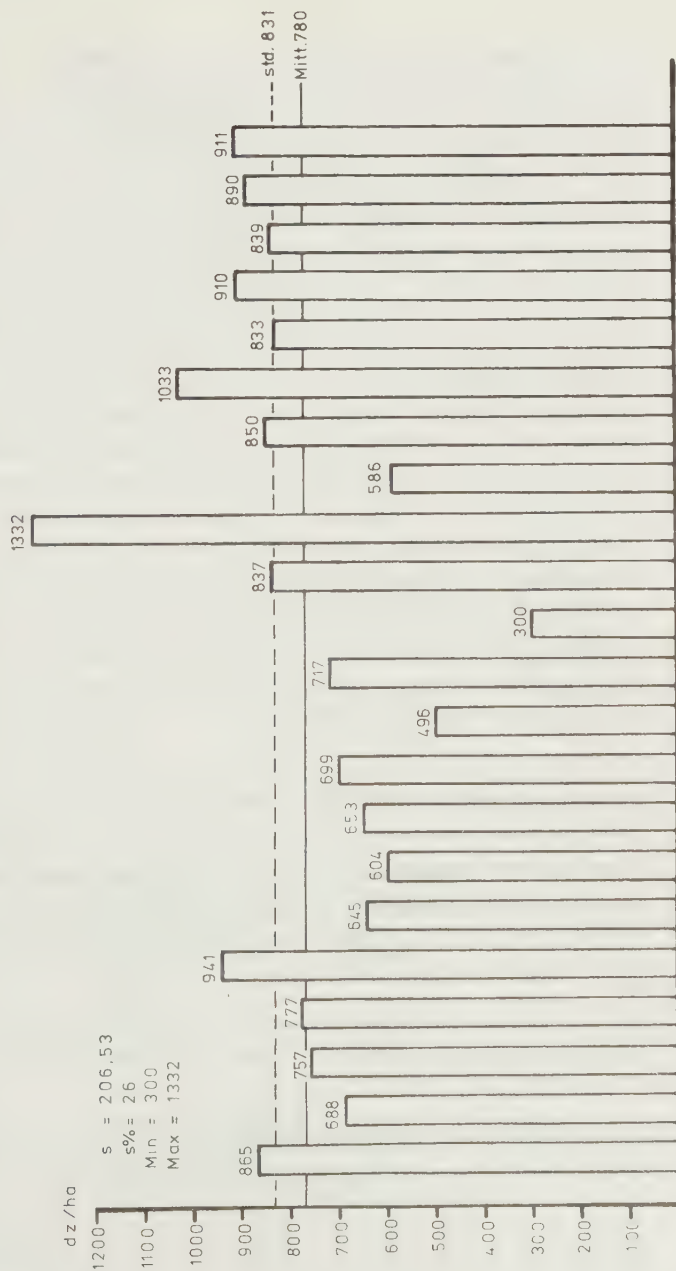
* Extremwerte

liegt in 11 Fällen sogar eine Ertragssteigerung von mehr als relativ 10 % vor. Das zeigt, daß im einzelnen sehr wohl deutliche Heterosiserscheinungen im Gesamtertrag mit bis zu 40 % Mehrertrag gegenüber der Standardpopulation erreicht werden. Es scheint also zur Steigerung des Gesamtertrages notwendig zu sein, daß eine Kombinationsfähigkeit der Linien zueinander vorhanden ist.

Betrachtet man weiterhin die Zusammenstellung der gesamten Kreuzungen in Tabelle 18 - die I x I-Nachkommen entstanden aus Kreuzungen zwischen Linien aus unterschiedlichen I-Generationen - so zeigt sich dort ebenfalls eine Bastardwüchsigkeit in 93 von 189 = 50 % Fällen. Im Mittel der relativen Werte kann man von keinen deutlichen Unterschieden der drei Kreuzungsgruppen sprechen, sie differieren zwischen relativ 99 % bei den freien Abblühten (F.A.) x I-Linien und 102 % bei den F.A. x F.A.-Kreuzungen. In allen drei Fällen werden aber im Einzelnen deutliche Heterosiseffekte erzielt, die im Maximum 36 % bei einer F.A. x F.A.-Nachkommenschaft betragen. Auch von HUTCHINS und CROSTON (1941), GREBENŠČIKOV (1959), sowie HAYASE und UEDA (1956) wird von einem Heterosiseffekt für den Gesamtertrag beim Ölkürbis berichtet, der im Mittel aber unter dem vom Mais liegt.

Abbildung 8 zeigt die hohe Variabilität der Kreuzungen in F_1 für das Merkmal Gesamtertrag von 22 verschiedenen Kreuzungen im Jahre 1970. Danach beträgt die Standardabweichung $s = 207$ beziehungsweise der Variationskoeffizient $s\% = 26$. Auch die Minimum-Maximum-Werte mit 300 bzw. 1.332 dz/ha zeigen - wie schon bei der Inzuchtwirkung festgestellt - die große Variabilität für den Gesamtertrag. Im Vergleich zu I_5 , wo die Variabilität nur einen Variationskoeffizienten von $s\% = 16$ und eine Standardabweichung von $s = 113$ aufwies (siehe Kapitel II, S. 21), ergibt sich demnach eine sehr deutlich höhere Variabilität der Kreuzungen in F_1 . Das bestätigt die schon aus den Tabellen 17 und 18 ersichtliche Notwendigkeit der Selektion auf spezifische Kombinations-eignung der Kreuzungspartner.

ABB 8 VARIABILITÄT DER KREUZUNGEN IN F₁, 1970
Gesamtertrag [Frischm.]



b) Kornertrag

Die Leistungen der F_1 von Kreuzungen innerhalb der 10 I-Generationen für das Merkmal Kornertrag in g lufttrockene Körner aus den Jahren 1966 - 1971 ist in Tabelle 19 dargestellt. Im Vergleich zur Standardsorte "Gießener" liegt das Mittel der Elterngeneration mit 16,3 dz/ha, nicht signifikant, um relativ 1 % höher. Es zeigt sich also keine Inzuchtdepression der Eltern. Im Mittel aller Kreuzungen wird eine Bastardwüchsigkeit von 13 % deutlich. Dabei ist wieder, wie beim Gesamtertrag, zu erkennen, daß der Grad der Inzüchtung keinen Einfluß auf die Bastardwüchsigkeit des Merkmales Kornertrag hat; starke Heterosis ist sowohl in weniger, als auch in stark ingezüchteten I-Linien vorhanden. Die Minimum-Maximum-Werte bringen die überdurchschnittliche Leistung von mehreren Kreuzungen noch deutlich zum Ausdruck. So wird in 30 Fällen von 46 Kreuzungen eine Heterosiswirkung erzielt, in 21 (= 48 %) davon sogar über 10 %. Bei den Nachkommen der $I_3 \times I_3$ -Linien scheinen spezifische Kombinationsfähigkeiten der Eltern gegeben zu sein, wie auch schon beim Gesamtertrag festgestellt wurde, allerdings hier beim Kornertrag noch verstärkt auftretend. Die stärkste Heterosis wird mit relativ 81 % über der Ausgangspopulation bei einer der $I_4 \times I_4$ -Nachkommen gefunden.

SCHUSTER (1964) konnte bei Sonnenblumen nach Einzelkreuzungen in 12 I-Generationen zwar auch eine maximale Heterosis von 70 % feststellen, der Anteil an Pflanzen, die über dem Standard liegen, wird jedoch mit 33 % angegeben, während hier beim Ölkürbis über 50 % der Fälle Heterosis zeigen. Insgesamt wurde bei SCHUSTER (1964) im Mittel der Kreuzungen die Leistung der Standardsorte nicht wieder erreicht.

OSLER, WELLHAUSEN und PALACIOS (1958) erhielten bei Mais in 57 % der Fälle eine deutliche Heterosiswirkung für den Kornertrag.

Bei den Kreuzungen, die zwischen verschiedenen I-Generationen und zwischen nicht ingezüchtetem Material durchgeführt wurden, zeigt sich

Tabelle 19: Kreuzungsversuche Mit Ölkürbis 1966 bis 1971
Leistungen der Einzelkreuzungen in F_1 in verschiedenen
I-Generationen
Kornertrag (lufttrocken)

Inzucht- Generation	Zahl der Werte	Korner- trag dz/ha	Mittel der rel. Werte	Min. - Max. relativ zu Std.
I_0 (Std.)	250	16,1	100	
Mitt. der Eltern	92	16,3	101	
$I_1 \times I_1$	5	17,7	110	80 - 140
$I_2 \times I_2$	1	26,7	166	- 166
$I_3 \times I_3$	6	14,5	90	34 - 146
$I_4 \times I_4$	16	20,8	129	58 - 181
$I_5 \times I_5$	2	18,7	116	105 - 126
$I_6 \times I_6$	5	14,5	90	58 - 129
$I_7 \times I_7$	3	18,0	112	92 - 123
$I_8 \times I_8$	4	13,7	85	65 - 105
$I_9 \times I_9$	3	19,3	120	91 - 160
$I_{10} \times I_{10}$	1	20,1	125	- 125
Mittel d. Kreuzungen	46	18,1	113	34 - 181*

* Extremwerte

Tabelle 20: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1957 bis 1971
Kreuzungen in F_1 Kornertrag (Lufttrocken)

Kreuzungen	Zahl d. Werte insges.	Gesamt- ertrag dz/ha	Mittel der rel. Werte	Min. - Max relativ zu Std.
Std.	407	15,7	100	
FA x FA	58	15,5	99	75 - 115
I x I	104	17,0	108	67 - 121
FA x I	27	14,8	94	66 - 119
Mittel d. Kreuzungen	189	16,2	103	66 - 121 *

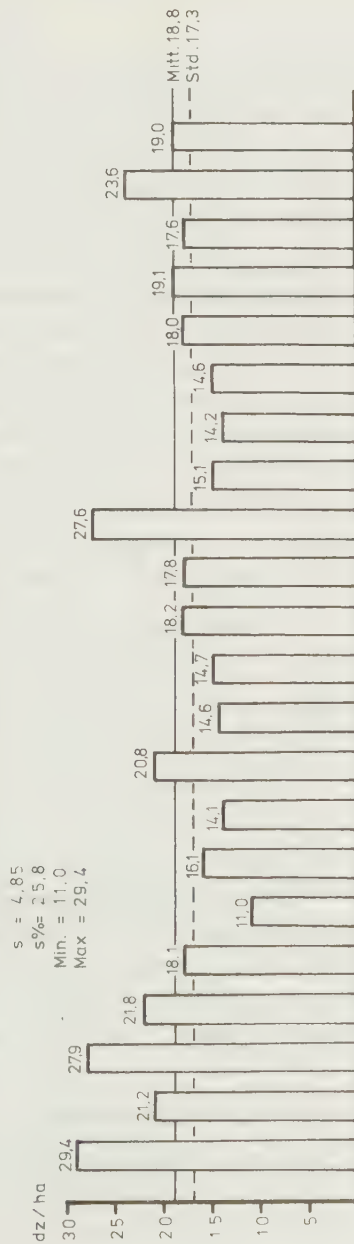
* Extremwerte

in Tabelle 20 mit im Mittel 16,2 dz/ha und einem Mehrertrag gegenüber der Ausgangspopulation von relativ 3 % keine so deutliche Heterosiswirkung wie bei den Einzelkreuzungen der I-Linien. Im Gegensatz zum Gesamtertrag liegt hier eine etwas höhere Bastardwüchsigkeit bei den I x I-Kreuzungen vor, mit einem relativen Maximalwert von 121, während die freie Abblühte mal freie Abblühte (F.A. x F.A.) und F.A. x I-Linie-Kreuzungen mit 115 bzw. 119 % etwas darunter liegen. Das ließe sich durch Anhäufung von homozygoten, dominanten, positivwirkenden Genen bei den I-Linien erklären. Die rezessiven, negativen Gene wurden wahrscheinlich durch die Inzucht und anschließende positive Selektion ausgeschaltet. Trotzdem deuten aber auch diese Ergebnisse wieder, wie schon im Gesamtertrag festgestellt wurde, darauf hin, daß eine spezifische Kombinationseignung der Eltern zueinander vorhanden sein muß, um Bastardwüchsigkeit zu erzielen. Diese scheint in heterozygotem Zustand eines oder beider Eltern geringer zu sein, worauf die schwächere Heterosis sowohl der F.A. x F.A. - als auch der F.A. x I-Kreuzungen hindeutet.

Betrachtet man die Variabilität der Kreuzungen für den Kornertrag in Abbildung 9, so zeigt sich, daß sie mit $s = 4,8$ bzw. $s\% = 25,85$ ähnlich hoch ist wie die der I_1 in Abbildung 3 bzw. doppelt so hoch wie die der strengen I_5 -Linien.

Verglichen mit dem Gesamtertrag liegt die Variabilität für den Kornertrag weitaus niedriger, trotzdem scheint eine Nutzung der Bastardwüchsigkeit für den Kornertrag angesichts eines Maximalwertes von 29,4 dz/ha und eines Standardwertes von 17,3 dz/ha sehr erfolgversprechend zu sein.

ABB 9 VARIABILITÄT DER KREUZUNGEN IN F₁, 1970
Kornertag [lufttrocken]



c) Tausendkorngewicht

In Tabelle 21 ist das TKG der luftgetrockneten Samen von Einzelkreuzungen der 10 I-Generationen in den Jahren 1967 - 1971 wiedergegeben. Wieder diente die Sorte "Gießener" mit einem TKG von 194 g bzw. relativ 100 % als Standard. Das Mittel der Eltern liegt mit 191 g fast gleich dem Standard, die Depression ist also mit 2 %, wie in Tabelle 5 für alle I-Linien, sehr gering. Gegenüber der Elterngeneration weist das Mittel der Kreuzungen mit ebenfalls relativ 98 % keinen Unterschied zu den Eltern auf. Hier zeigt sich also keine Bastardwüchsigkeit. Bei Betrachten der Minimum-Maximum-Werte macht sich aber sehr wohl in einzelnen Fällen Bastardwüchsigkeit bemerkbar; so zeigen die Kreuzungsnachkommen in 12 von 39 Fällen bis maximal 20 % Heterosis gegenüber der Ausgangspopulation. Auch hier deutet sich wieder eine spezifische Eignung der Kreuzungseltern an. Im Vergleich zum Gesamtertrag und Kornertrag ist die Bastardwüchsigkeit für das TKG jedoch wesentlich geringer.

Auch Tabelle 22 bestätigt im Mittel die geringe Heterosis für das Merkmal TKG, es sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Kreuzungsgruppen festzustellen, die alle drei fast das TKG des Standards erreichen. Nur bei den Minimum-Maximum-Werten zeichnet sich Heterosis ab. In 53 von 120 Fällen liegt das TKG über dem Standard. Allerdings beträgt der maximale Wert nur relativ 113 % bei den F. A. x F. A. -Kreuzungen.

Auch die Variabilitätswerte in Abbildung 10 zeigen, daß für das TKG keine deutlichen Verbesserungen durch Kreuzungen zu erreichen sind. Gegenüber der Variabilität in I_1 und I_5 (siehe Abbildung 4, S. 27) hat sie sich mit einer Standardabweichung von $s = 17,92$ und einem Variationskoeffizienten $s\% = 10$ fast nicht verändert. Es ist zu vermuten, daß die Ausprägung des TKG nur durch wenige Gene gesteuert wird.

Für die praktische Züchtung bedeutet das, daß zur Erhöhung eines TKG beim Ölkürbis die Ausnutzung der Heterosis nach Inzuchtung nicht so er-

Tabelle 21: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1967 bis 1971
Leistungen der Einzelkreuzungen in F_1 in verschiedenen
I-Generationen
Tausendkorngewicht (lufttrocken)

Inzucht- Generation	Zahl der Werte	TKG g	Mittel der rel. Werte	Min. - Max. relativ zu Std.
I_0 (Std.)	156	194	100	
Mitt. der Eltern	78	191	98	
$I_1 \times I_1$	1	215	111	- 111
$I_2 \times I_2$	1	204	105	- 105
$I_3 \times I_3$	6	202	104	91 - 120
$I_4 \times I_4$	16	192	99	80 - 116
$I_5 \times I_5$	2	192	99	96 - 102
$I_6 \times I_6$	3	190	98	98 - 99
$I_7 \times I_7$	2	171	88	85 - 91
$I_8 \times I_8$	4	165	85	68 - 98
$I_9 \times I_9$	3	190	98	89 - 103
$I_{10} \times I_{10}$	1	202	104	- 104
Mittel d. Kreuzungen	39	191	98	68 - 120 *

* Extremwerte

Tabelle 22: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1967, 69, 70, 71
Kreuzungen in F_1 Tausendkorngewicht (lufttrocken)

Kreuzungen	Zahl d. Werte insges.	TKG g	Mittel der rel. Werte	Min. - Max. relativ zu Std.
Std.	156	194	100	
FA x FA	16	194	100	91 - 113
I x I	84	196	101	91 - 109
FA x I	20	192	99	95 - 105
Mittel d. Kreuzungen	120	195	101	91 - 113

* Extremwerte

ABB. 10

VARIABILITÄT DER KREUZUNGEN IN F₁, 1970

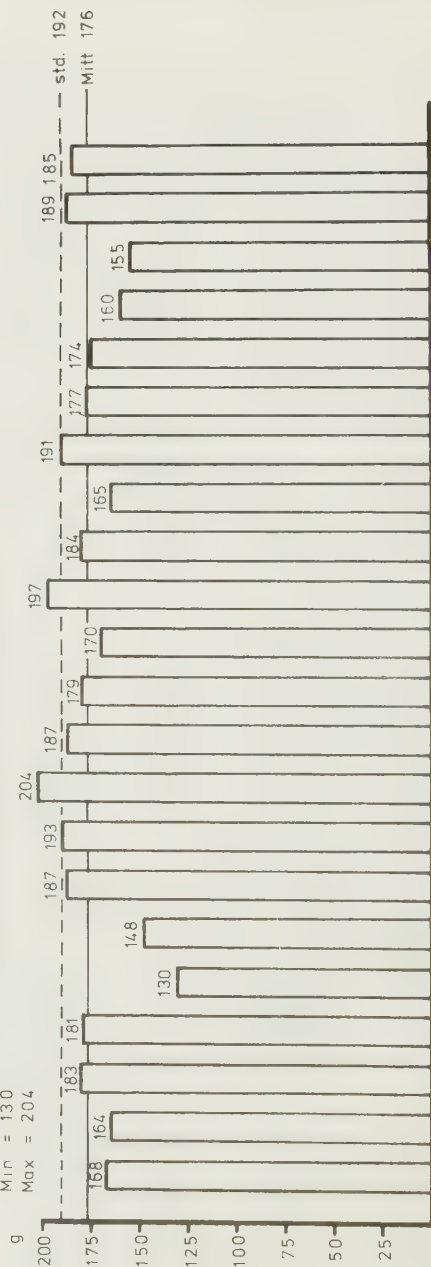
Tausendkorngewicht [lufttrocken]

$s = 17.92$

$s\% = 10$

Min = 130

Max = 204



folgversprechend zu sein scheint, wie bei den Merkmalen Gesamtertrag und Kornertrag. Die spezifische Selektion kann unter anderem ebenso erfolgreich sein.

d) Rohproteingehalt

Der Rohproteingehalt für die F_1 aus Einzelkreuzungen der 10 I-Generationen ist in % ATM für die Jahre 1970 und 1971 in Tabelle 23 wiedergegeben. Daraus ist zu ersehen, daß im Mittel aller relativen Werte keine wesentlichen Anstiege im Rohproteingehalt verzeichnet werden können. Während das Mittel der Eltern mit 3 % schwach unter dem Standard liegt, haben die Kreuzungen im Mittel mit einem Rohproteingehalt von 37,24 % ATM bzw. relativ 99 % den Wert der Vergleichssorte fast erreicht. Auch die Minimum-Maximum-Werte weisen nur in 5 von 25 Fällen Bastardwüchsigkeit auf, und auch diese ist mit maximal relativ 103 % in der $I_{10} \times I_{10}$ -Nachkommenschaft nur als sehr gering zu bezeichnen. Auch hat hier beim Merkmal Rohproteingehalt, wie auch bei allen vorstehenden Merkmalen, der Grad der Inzüchtung keinen Einfluß auf die Bastardwüchsigkeit. Allerdings muß gesagt werden, daß nur eine geringe Anzahl von Werten, aus lediglich zwei Jahren, zur Verfügung stand, so daß die Aussagekraft dieses Materiales nicht so groß ist, wie bei den vorher besprochenen Merkmalen.

Auch die Gesamtkreuzungen lassen keine Bastardwüchsigkeit für den Rohproteingehalt erkennen. In keiner der drei Kreuzungsgruppen kann weder im Mittel der relativen, noch der Minimum-Maximum-Werte eine Heterosis festgestellt werden.

Auch die Variabilitätswerte in Abbildung 11 zeigen, daß eine wesentliche Steigerung des Rohproteingehaltes mit Hilfe einer Hybridenzüchtung nicht erreicht werden kann.

Tabelle 23: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1970 und 1971
Leistungen der Einzelkreuzungen in F_1 in verschiedenen
I-Generationen
Rohproteingehalt (in % der ATM)

Inzucht- Generation	Zahl der Werte	Rohprotein- gehalt %	Mittel der rel. Werte	Min. - Max relativ zu Std.
I_0 (Std.)	103	37,75	100	
Mitt. d. Eltern	50	36,70	97	
$I_1 \times I_1$	1	36,24	96	- 96
$I_2 \times I_2$	1	37,37	99	- 99
$I_3 \times I_3$	3	37,75	100	95 - 102
$I_4 \times I_4$	9	37,00	98	93 - 102
$I_5 \times I_5$	2	37,00	98	96 - 99
$I_6 \times I_6$	3	37,75	100	97 - 102
$I_7 \times I_7$	1	37,75	100	- 100
$I_8 \times I_8$	1	37,37	99	- 99
$I_9 \times I_9$	3	36,62	97	96 - 99
$I_{10} \times I_{10}$	1	38,88	103	- 103
Mittel d. Kreuzungen	25	37,24	99	93 - 103 *

* Extremwerte

Tabelle 24: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1970 bis 1971
Kreuzungen in F_1 Rohproteingehalt (in % der ATM)

Kreuzungen	Zahl der Werte insges.	Rohprotein %	Mittel der rel. Werte	Min. - Max. relativ zu Std.
Std.	103	37,75	100	
FA x FA	9	37,37	99	98 - 100
I x I	41	37,37	99	98 - 99
FA x I	12	37,00	98	96 - 100
Mittel der Kreuzungen	62	37,30	99	96 - 100 *

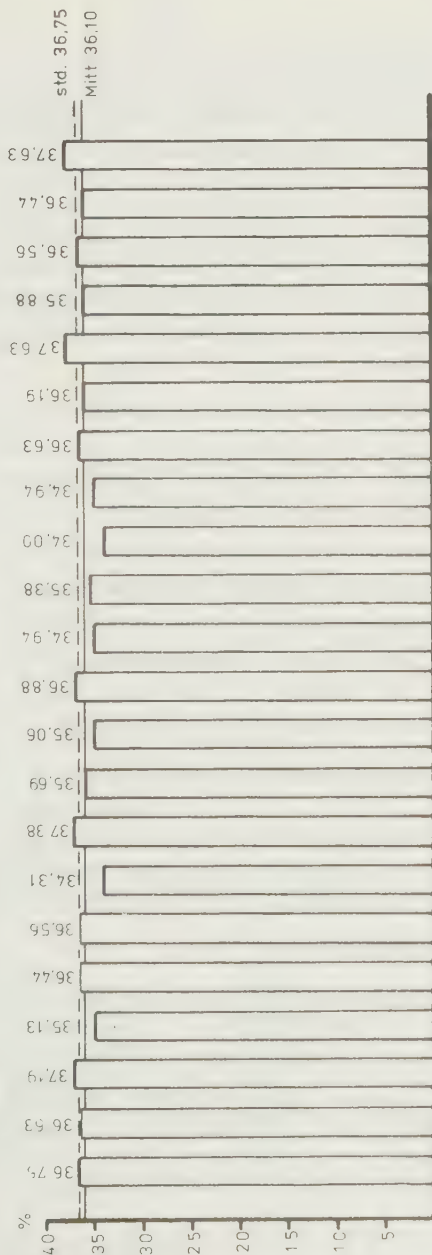
* Extremwerte

ABB 11

VARIABILITÄT DER KREUZUNGEN IN F₁, 1970

Rohproteingehalt [in%der ATM]

s = 1.04
s% = 2.9
M n = 34.31
Max = 37.63



e) Rohfettgehalt im Kern

Die Ergebnisse der Kreuzungsversuche bezüglich des Fettgehaltes im Korn in % ATM bei F_1 -Hybriden für die Jahre 1966 - 1971 sind in Tabelle 25 zusammengestellt.

Dabei zeigt sich, daß im Mittel der Elterngenerationen mit relativ 98 % zum Standard "Gießener" wiederum nur eine recht schwache Inzuchtdepression vorliegt. Diese Feststellung wird in Tabelle 9, Seite 31, der Inzuchtversuche bestätigt, wo die Depression im Mittel aller 11 I-Generationen nur 1 % betrug.

Das relative Mittel der Kreuzungsnachkommen liegt mit 100 % bzw. einem absoluten Fettgehalt im Kern von 49,4 % wieder gleich der Ausgangspopulation. Zwar weisen die Nachkommen aus drei I-Generationen Heterosiseffekte auf, die im relativen Mittel 3 - 4 % über der Elterngeneration liegen, im absoluten Fettgehalt macht sich diese Steigerung jedoch, im Vergleich zur Ausgangspopulation, kaum bemerkbar. Auch die Minimum-Maximum-Werte zeigen in 18 von 46 Fällen meist nur eine schwache Bastardwüchsigkeit, nur in zwei der 18 Fälle wird ein Anstieg im Fettgehalt von mehr als relativ 10 % erreicht. Der Maximalwert liegt mit relativ 117 % bei einem $I_4 \times I_4$ -Bastard.

Auch die übrigen Kreuzungen zeugen nur von einer geringen Heterosis im Fettgehalt. Im Mittel der drei Kreuzungsgruppen besteht keine Differenz zur Ausgangspopulation "Gießener". Ebenso zeigt der niedrige Maximalwert von relativ 104 % bei den $I \times I$ -Kreuzungen, daß die zu erwartenden Mehrleistungen in F_1 -Kreuzungen, wie beim Merkmal Rohprotein, recht gering sind.

Auch die Variabilitätswerte haben sich nach Abbildung 12 gegenüber denen für I_1 und I_5 in Abbildung 6, Seite 33, kaum geändert. Allerdings ist bei den Maximumwerten ein Anstieg bei der Kreuzungspopulation zu verzeichnen, was darauf hindeutet, daß bei entsprechender Auswahl der Eltern eine Steigerung des Rohfettgehaltes sehr wohl möglich ist.

Tabelle 25: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1966 - 1971
Leistungen der Einzelkreuzungen in F_1 in verschiedenen
I-Generationen
Rohfettgehalt im Kern (in % der ATM)

Inzucht- Generation	Zahl der Werte	Fettgehalt %	Mittel der rel. Werte	Min. - Max. relativ zu Std.
I_0 (Std.)	250	49,6	100	
Mitt. der Eltern	92	48,8	98	
$I_1 \times I_1$	5	50,6	102	96 - 112
$I_2 \times I_2$	1	49,1	99	- 99
$I_3 \times I_3$	6	48,6	98	93 - 101
$I_4 \times I_4$	16	49,6	100	93 - 117
$I_5 \times I_5$	2	48,6	98	97 - 99
$I_6 \times I_6$	5	48,6	98	95 - 100
$I_7 \times I_7$	3	50,6	102	101 - 103
$I_8 \times I_8$	4	48,1	97	91 - 101
$I_9 \times I_9$	3	50,1	101	99 - 103
$I_{10} \times I_{10}$	1	48,6	98	- 98
Mittel d. Kreuzungen	46	49,4	100	91 - 117*

* Extremwerte

Tabelle 26: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1957 bis 1971
Kreuzungen in F_1 Rohfettgehalt im Kern (in % der ATM)

Kreuzungen	Zahl d. Werte insges.	Fett %	Mittel der rel. Werte	Min. - Max. relativ zu Std.
Std.	204	49,6	100	
FA x FA	28	49,1	99	95 - 101
I x I	102	49,6	100	97 - 104
FA x I	26	49,6	100	98 - 102
Mittel d. Kreuzungen	156	49,5	100	95 - 104 *

* Extremwerte

ABB 17

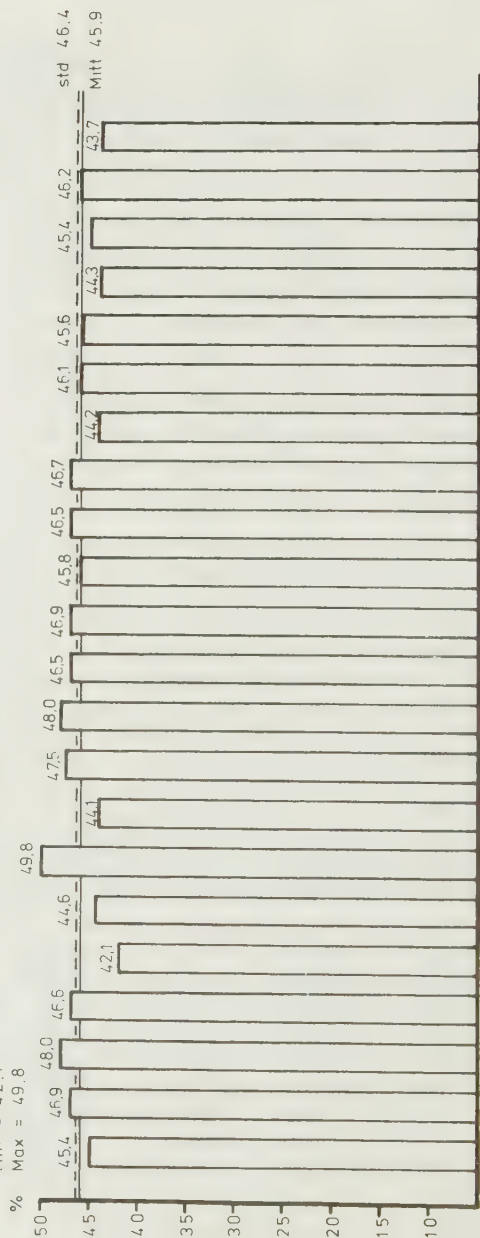
VARIABILITÄT DER KREUZUNGEN IN F₁, 1970
Fettgehalt im Kern [in % der ATM]

s = 1,705

s% = 3,7

Min = 42,1

Max = 49,8



Vergleicht man die gefundenen Werte bei Ölkürbis mit denen bei Sonnenblumen, so berichtet SCHUSTER (1964) im Mittel der Einzelkreuzungen von einer geringen Abnahme des Fettgehaltes. Der Maximalwert lag mit relativ 113 % ähnlich dem gefundenen Wert bei Ölkürbis.

Auch beim Rohfettgehalt lassen sich die geringen Inzuchtdepressionen sowie die schwache Bastardwüchsigkeit wieder, wie beim Rohprotein, durch die Steuerung dieses Merkmales über wenige Gene erklären. Bei entsprechend guter Kombinationseignung der Eltern können höhere Fettgehalte erzielt werden.

f) Fettsäuremuster

Wie aus Tabelle 11, Seite 35, zu erkennen war, reagieren die drei untersuchten Fettsäuren, Palmitinsäure, Ölsäure und Linolsäure, recht unterschiedlich auf die Inzuchtung.

Tabelle 27 zeigt, für diese Fettsäuren, eine Gesamtaufstellung aller Einzelkreuzungen aus den Jahren 1970 und 1971.

Der Gesamtgehalt der hier untersuchten Fettsäuren wurde = 100 % gesetzt und für jede der Prozentanteil errechnet.

Deutlich über dem Standard liegende Werte sind, wie bei den I-Depressionen (siehe Tab. 11), bei der Palmitinsäure festzustellen. Im Mittel aller Kreuzungen liegt die Palmitinsäure 8 % über dem Standard, wie auch im Mittel aller I-Generationen 7 % mehr Palmitinsäure gefunden wurde.

Einzelne Kreuzungen erreichen höhere Palmitinsäurewerte als der Standard bis maximal 33 %; dies ist = absolut 12,4 % C16 gegenüber 9,4 % beim Standard.

Entsprechend den Inzuchtungen der I-Linien, erreichen die Werte der Ölsäure im Mittel aller Kreuzungen nur 96 % gegenüber dem Standard und für die Linolsäure werden, wie auch bei den Inzuchtlinien, dem Standard entsprechende Werte ermittelt.

Diese hier gefundenen Werte lassen vermuten, daß durch die Selektion über die I-Linien andere Genotypen als in der Standard-Population selekt-

Tabelle 27: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1970 und 1971 Kreuzungen in F₁ Fettsäuremuster

Kreuzungen	Zahl d. Werte inges.	Palmitin- säure C16 %	Mittel d. rel. Werte	Min. -Max. rel. zu Std.	Ölsäure C18 ₁ %	Mittel d. rel. Werte	Min. -Max. rel. zu Std.	Linolsäure C18 ₂ %	Mittel d. rel. Werte	Min. -Max. rel. zu Std.
Std.	103	9,4	100		26,0	100		64,7	100	
FA x FA	9	10,7	114	101-127	25,5	98	96-101	64,1	99	97-101
I x I	66	10,2	108	87-133	25,0	96	75-112	65,3	101	93-106
FA x I	12	9,8	104	95-113	25,2	97	92-102	65,3	101	100-101
Mittel d. Kreuzungen	87	10,2	108	87-133*	25,1	96	75-112*	65,2	101	93-106*

* Extremwerte

tiert wurden, beziehungsweise daß die Standard-Sorte "Gießener", obwohl sie aus der gleichen Grundpopulation stammt wie die I-Linien, ein etwas anderes Fettsäuremuster hat. Obwohl in einzelnen Fällen bei allen drei hier untersuchten Fettsäuren in den Maximalwerten der Kreuzungen in F_1 mehr oder weniger deutlich über dem Standard liegende Werte gefunden wurden, läßt sich aufgrund der Tatsache, daß auch nach Selbstung ähnliche Veränderungen im Fettsäuremuster bestehen, kein direkter Anhaltspunkt für einen Heterosiseffekt in der Fettsäure-Zusammensetzung finden.

Es ist jedoch zu erwarten, daß durch Selektion und Neukombination andere Fettsäurezusammensetzungen im Ölkürbis gefunden werden können. Die stärkere Veränderung nach Kreuzungen zwischen Inzuchtlinien in Tabelle 27 läßt schließen, daß bei Kreuzungen zwischen Heterozygoten spezifische Kombinationseffekte eine Rolle spielen.

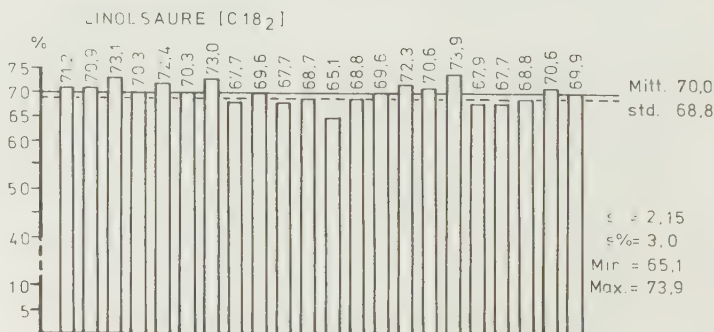
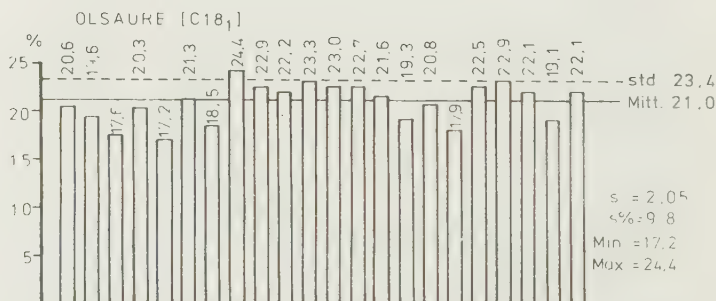
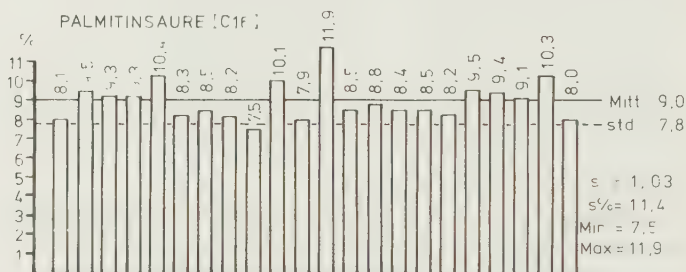
Auch die Variabilität der drei Fettsäuren für die F_1 -Kreuzungen sind ähnlich wie für die I-Generation, wie Abbildung 13 zeigt. Die niedrigste Variabilität innerhalb eines Jahres wird, wie bei den I-Linien, für die Linolsäure festgestellt. Palmitin- und Ölsäure zeigen dagegen einen deutlich stärkeren Unterschied zwischen verschiedenen I-Linien und zwischen Kreuzungen in F_1 . Die Abbildung 13 läßt, wie auch die Abbildung 7 (I-Generation) eine deutlich negative Korrelation zwischen Linol- und Ölsäure erkennen.

Zwischen Palmitinsäure und Ölsäure - die Fettsäurewerte der gleichen Linie stehen untereinander - bestehen wechselnde Abhängigkeiten. Die genetischen Unterschiede in diesem Material in der Fettsäure-Zusammensetzung, sowohl bei den I-Linien wie im Kreuzungs-Material, sind vor allem für die ernährungsphysiologisch wertvolle Linolsäure nicht sonderlich hoch. 1970, wo allgemein ein hoher Linolsäuregehalt gegeben war, werden bei den I-Linien Maximalwerte von 73,5 % C18:2 und bei den Kreuzungen 73,9 % gegenüber einem Standard-Wert von 68,8 % gefunden.

ABB 13

VARIABILITÄT DER KREUZUNGEN IN F₁, 1970

Fettsäuremuster



g) Bestandeskreuzungen

Bei diözischen Pflanzen bietet sich an, durch Handkastration in größerem Umfang Saatgut zu erzeugen, um die Bastardwüchsigkeit praktisch auszunutzen.

Der höhere Mehraufwand z. B. gegenüber Mais in der praktischen Zuchtarbeit muß jedoch gerechtfertigt sein. Darum ist erforderlich, daß ein ausreichender Mehrertrag nach Kreuzungen gewährleistet ist.

Die Durchführung der im folgenden diskutierten Bestandeskreuzungen erfolgte in der Weise, daß zwischen verschiedene Inzuchtlinien bzw. Stämmen (freie Abblüthen = F.A.) die Vaterlinie ausgesät wurde. Jeden zweiten Tag erfolgte die Entfernung aller erkennbaren männlichen Blüten in den Mutterlinien. Für die Saatgutproduktion würde es genügen, jeden 3. Tag die männlichen Blütenknospen zu entfernen, da diese 3 Tage vor der Blüte deutlich zu erkennen sind. Diese Methode ließe sich jedoch nur für einen geringen Saatgutbedarf durchführen. Einen praktischen Nutzen könnte man erzielen, wenn der Heterosiseffekt in der F_2 noch weitgehend erhalten bliebe. Es bestände dann die Möglichkeit, durch Handkastration Basissaatgut zu erzeugen, um anschließend aus dieser F_1 durch einmalige Vermehrung zertifiziertes Saatgut = F_2 zu bekommen.

So wurde in den folgenden Versuchen einmal die Bastardwüchsigkeit als Bestandeskreuzungen in F_1 bis F_3 geprüft, darüber hinaus wurden zwei I-Linien auf zwei verschiedenen Standorten sowohl mit als auch ohne Kastration in abwechselnden Reihen nebeneinander angebaut. Es sollte damit neben der Kombinationseignung auch der Grad der Fremdbestäubung untersucht werden.

Tabelle 28 zeigt die Leistungen von Bestandeskreuzungen mit Ölkürbis in den Jahren 1967, 1968 und 1971. Dazu wurde die Vaterlinie "32/60" ein Stamm aus der Erhaltungszüchtung des "Gießener" Ölkürbis, in der vorher beschriebenen Weise mit verschiedenen I-Linien unterschied-

Tabelle 28: Leistungen von Topcross mit Ölkürbis aus den Jahren 1967, 68, 71

Kreuzungs- Nummer	o Linie +	Gesamt- ertrag dz/ha	rela- tiv	Korn- ertrag dz/ha	rela- tiv	Rohfett %	rela- tiv
♂ Linie	F. A. 32/60	667	100	13,5	100	50,4	100
701/66	I ₆ 34/63	647	97	15,1	112	49,9	99
702/66	I ₆ 105/63	640	96	15,7	116	51,9	103
703/66	Cocozell	647	97	13,8	102	46,4	92
704/66	I ₆ 7/63	687	103	15,7	116	49,9	99
705/66	I ₆ 243/63	640	96	19,0	141	50,9	101
706/66	I ₆ 101/63	687	103	15,0	111	49,4	98
707/66	I ₅ 153/63	714	107	18,0	133	51,9	103
708/66	Tschermak	740	111	16,3	121	50,9	101
301/67	I ₇ 8/65	660	99	13,0	96	52,4	104
300/68	I ₅ 153/63	720	108	16,7	124	50,9	101
301/68	I ₇ 8/65	600	90	13,6	101	47,9	95
302/68	I ₃ 743/67	640	96	14,4	107	48,9	97
319/70	I ₈ 253/67	640	96	14,0	104	49,4	98
320/70	I ₈ 274/67	580	87	12,6	93	52,4	104
321/70	I ₃ 32/65	627	94	16,1	119	51,4	102
322/70	I ₇ 8/65	634	95	12,8	95	52,9	105
323/70	I ₃ 1/65	567	85	15,1	112	51,4	102
324/70	I ₇ 3/65	667	100	13,0	96	50,4	100
325/70	I ₃ 746/67	627	94	14,3	106	53,4	106
Mittel d. Kreuzungen		651	98	15,0	111	50,7	101

Ges. = Frischmasse

Korn = lufttrocken

Rohfett = in % ATM

licher Inzuchtsgenerationen gekreuzt, wobei hier die männlichen Blütenknospen der I-Linie jeden zweiten Tag entfernt wurden. Die Leistungen der Nachkommen sind für die Merkmale Gesamtertrag, Kornertrag und Rohfettgehalt aufgezeigt. Als Standard und Vergleichssorte wurde die Vaterlinie verwendet und relativ = 100 gesetzt.

Analog den Einzelkreuzungen zeigt der Gesamtertrag nach Kreuzung nur geringe Heterosis. Bei Kombination des Tschermak-Ölkürbis mit der Vaterlinie wird jedoch eine deutliche Bastardwüchsigkeit sichtbar, die relativ um 11 % über der freien Abblühte der Vaterlinie liegt, die mit relativ 100 % = 667 dz/ha Frischmasse erzielte. Auch die Kreuzungen 707/66 und 300/68 ergeben Mehrleistungen von 7 bzw. 8 %. Im Mittel aller Kreuzungen ergibt sich aber mit 651 dz/ha ein um relativ 2 % unter der freien Abblühte liegender Gesamtertrag. Ähnliche Werte zeigten die Einzelkreuzungen (vergleiche Tabelle 17).

Hingegen kann man beim Kornertrag wie auch bei den Einzelkreuzungen (Tabelle 19) deutliche Heterosiseffekte feststellen, die in keiner Weise parallel mit den Werten des Gesamtertrages laufen. Bis auf vier Mindererträge liegen alle Kreuzungen über der Vergleichssorte. Im Maximum wird mit Kreuzung 705/66 sogar ein Kornertrag von 19,0 dz/ha erzielt, ein Wert, der um relativ 41 % über der freien Abblühte der Vaterlinie 32/60 liegt. Im Mittel aller Kreuzungen ergibt sich für den Kornertrag eine Bastardwüchsigkeit, die 11 % über der Vergleichssorte liegt mit einem absoluten Kornertrag von 15,0 dz/ha.

Der Fettgehalt der Kreuzungen zeigt ähnliche Werte wie der des Standards. In einzelnen Fällen macht sich, wie auch bei den Einzelkreuzungen (Tabelle 25), Bastardwüchsigkeit bemerkbar. Der Maximalwert liegt mit relativ 106 % und einem absoluten Rohfettgehalt von 53,4 % um 3 % Fett über dem Standard. Wenn man aber bedenkt, daß sich der Fettertrag aus Kornertrag und prozentualem Rohfettgehalt zusammensetzt, so wäre bei der deutlichen Bastardwüchsigkeit im Kornertrag und der teilweise vorhandenen - wenn auch nur schwachen - Bastardwüchsigkeit im Rohfettgehalt, für den Gesamtfettertrag eine deutliche Heterosis

gegeben. Auch deutet sich beim Kornertrag eine nicht so starke spezifische Kombinationseignung an wie z.B. beim Gesamtertrag, da in wesentlich mehr Fällen Bastardwüchsigkeit auftritt.

In Tabelle 29 werden die Leistungen von Bestandeskreuzungen in F_1 , F_2 und F_3 für die Merkmale Gesamt- und Kornertrag, sowie Rohfett- und Rohproteingehalt und TKG in g aus den Jahren 1967 bis 1970 mitgeteilt.

"Gießener" wurde wiederum als Standard verwendet und relativ = 100 gesetzt. Da die Werte aus unterschiedlichen Jahren stammen, wurden die relativen Zahlen gemittelt und daraus die dz/ha Leistungen bzw. die Prozentgehalte über den in jedem Jahr angebauten Standard errechnet (siehe Seite 73). Die Leistungen in F_2 nehmen gegenüber der F_1 nicht oder nur kaum ab. Dies trifft für alle hier untersuchten Merkmale zu. Es kann nach diesen Untersuchungen die vor allem im Kornertrag gegebene Bastardwüchsigkeit auch noch in F_2 praktisch genutzt werden.

In F_3 sinken jedoch der Gesamtertrag und der Kornertrag um 14 bzw. 26 % gegenüber der F_1 ab.

Weshalb hier beim TK-Gewicht und Rohfettgehalt höhere Werte als in der F_1 gefunden wurden, kann nicht erklärt werden; leider stand nur ein einjähriges Ergebnis für die Auswertung zur Verfügung. Möglicherweise machen sich spezifische Wechselwirkungen zwischen der Vaterlinie und der F_3 sowie dem Witterungsverlauf des Jahres 1970, in dem ja allein die F_3 geprüft wurde, bemerkbar.

Insgesamt kann man aus dieser Tabelle den Schluß ziehen, daß für die Merkmale Gesamtertrag und Kornertrag die Bastardwüchsigkeit in der F_2 erhalten bleibt, zur F_3 aber ein deutlicher Abfall eintritt. Für die Merkmale TKG, Rohprotein- und Rohfettgehalt, bei denen insgesamt die Bastardwüchsigkeit nicht hoch ist (siehe Tabelle 29), wird in der F_3 kein Leistungsabfall feststellbar.

Die Leistungen von Kreuzungsnachkommen zweier I-Linien aus dem Jahre 1971 auf dem Standort Groß-Gerau sind in Tabelle 30 wiedergegeben.

Tabelle 29: Leistungen von Bestandeskreuzungen mit Ökürbis in F₁, F₂, F₃ aus den Jahren 1967 bis 1970

Generation	Zahl der Werte	Gesamt- ertrag dz/ha	Mittel d. rel. Werte	Korn- ertrag dz/ha	Mittel d. rel. Werte	T K G g	Mittel d. rel. Werte	Rohfett %	Mittel d. rel. Werte	Roh- protein %	Mittel d. rel. Werte
Std.	4	667	100	13,5	100	194	100	50,3	100	36,66	100
F ₁	6	674	101	15,5	115	184	95	50,3	100	37,39	102
F ₂	6	680	102	15,3	113	184	95	49,3	98	37,03	101
F ₃	1	580	87	12,0	89	200	103	53,3	106	36,29	99
Mittel der F-Generationen	13	646	97	14,3	106	189	98	51,0	101	36,90	101
Ges.											
Korn											
TKG											
Rohfett											
Rohprotein											

= Frischmasse
= lufttrocken
= lufttrocken
= in % der ATM
= in % der ATM

Hier sollte der Einfluß von Standort und Witterung auf die Bestäubungslenkung (mit und ohne Kastration) andererseits untersucht werden. Wieder wurden die erhaltenen Werte relativ zum Standard verrechnet, wobei als Vergleichssorte "Gießener" angebaut wurde. Wie aus Tabelle 30 hervorgeht, ist die Bastardwüchsigkeit für den Gesamtertrag hier im Mittel mit 113 % relativ zum Standard deutlich höher als in den vorhergehenden Untersuchungen. Auch die Heterosiseffekte für den Korn-ertrag sind teilweise höher als die in Tabelle 28 und 29. Für die Merkmale TKG, Rohfett- und Rohproteingehalt ergeben sich wiederum deutlich geringere Heterosiseffekte. Vergleicht man die reziproken Kreuzungen miteinander, so zeigt sich, daß in den meisten Fällen eine höhere Bastardwüchsigkeit für Gesamt- und Korn-ertrag erzielt wurde, wenn die Linie I_5 153/63 als Mutter angebaut war. Lediglich in Rauisch-Holzhausen ohne Kastration war die reziproke Kreuzung I_6 243/63 x I_5 153/63 in der Gesamtleistung etwas besser. Auf diesem Standort standen jedoch infolge Anlaufschäden deutlich weniger Pflanzen von der Linie I_6 243/63 in dem Kreuzungsblock als von I_5 153/63, so daß unterschiedliche Pollenmengen von den beiden Linien für die Bestäubung zur Verfügung standen. Beim Vergleich mit und ohne Kastration ergibt sich auf dem wärmeren Standort mit einem stärkeren Insektenbeflug eine deutlich höhere Bastardwüchsigkeit nach Kastration, während die Leistungen der ohne Kastration erzeugten F_1 in Rauisch-Holzhausen unter kühleren Witterungsbedingungen deutlich höher waren. Diese Tatsache widerspricht den erwarteten Ergebnissen. Um hier exakte Aussagen machen zu können, muß dieses Experiment wiederholt werden, zumal, wie schon oben erwähnt, unterschiedliche Pflanzenzahlen in dem Kreuzungsfeld ohne Kastration in Rauisch-Holzhausen gegeben waren. Das wichtigste aus Tabelle 30 dürfte jedoch sein, daß auch ohne Kastration zumindest, wenn die richtige Linie als Mutter gewählt wird, eine Ausnutzung des Heterosiseffektes möglich ist.

Die sehr schwache Leistung der Kreuzung I_6 243/63 als Mutter x I_5 153/63

ohne Kastration in Groß-Gerau läßt darauf schließen, daß auch spezifische Eignungen zur Kreuzbestäubung eine Rolle spielen können.

Der Minimumwert von relativ 89 % bzw. 7,8 dz/ha auf dem Standort Groß-Gerau nach Kreuzung I_5 153/63 x I_6 243/63 ohne Kastration läßt sich möglicherweise auf einen zu geringen Kreuzungsanteil bzw. eine zu hohe Selbstbefruchtungsrate innerhalb der Population zurückführen, da diese Variante auch in den Merkmalen Gesamtertrag, TKG und Rohfettgehalt keine Bastardwüchsigkeit aufweist.

Zusammenfassend kann aus dieser Tabelle geschlossen werden, daß der wichtigste Faktor für die Ausnutzung der Bastardwüchsigkeit in Bestandeskreuzungen die spezifische Kombinationseignung ist. Auch der Standort bzw. der Witterungsverlauf während der Blüte scheinen einen gewissen Einfluß auf die Leistung des erzeugten F_1 -Saatgutes zu haben. Zu dieser Frage müssen jedoch, wie schon betont, weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Wie wichtig die gute Kombinationseignung der Kreuzungseltern ist, soll auch Tabelle 31 zeigen. Hier wurden Bestandeskreuzungen von drei verschiedenen I-Linien durchgeführt, und die Leistung der F_1 in Groß-Gerau im Jahre 1971 ermittelt. Die Sorte "Gießener" ist wieder als Vergleichssorte aufgeführt.

Wie erwartet zeigt sich im Mittel die höchste Bastardwüchsigkeit wieder für die Merkmale Korn- und Gesamtertrag; TKG, Rohfett- und Rohproteingehalt liegen mit relativ 100 bzw. 101 % im Mittel ähnlich hoch wie die Standardpopulation. Die höchste Bastardwüchsigkeit wird erzielt nach Kreuzung von I_5 153/63 x I_6 243/63. Außer dem Rohfettgehalt, der aber nur um absolut 1 % unter dem Standardwert liegt, weist die F_1 in den anderen Merkmalen Bastardwüchsigkeit auf zwischen relativ 2 - 11 % über der Vergleichssorte. Auch die F_1 der Kreuzung I_6 243/63 x I_6 105/63 zeigt in den Merkmalen Gesamt- und Kornertrag sowie im Rohfettgehalt Heterosis, während die Kreuzung I_6 105/63 x I_5 153/63 nur im Kornertrag und Rohproteingehalt über dem Standard liegt.

Tabelle 31: Leistungen von Bestandeskreuzungen mit Ölkürbis 1971
Groß Gerau

Kreuzungspartner ♀ + ♂	Gesamt- ertrag dz/ha	rel.	Korn- ertrag dz/ha	rel.	TKG g	rel.	Rohfett %	rel.	Rohpro- tein %	rel.
Std.	436	100	8,8	100	192	100	46,5	100	36,88	100
I ₆ 243/63 x I ₆ 105/63	449	103	9,6	109	190	99	47,0	101	36,51	99
I ₅ 153/63 x I ₆ 243/63	486	111	9,5	108	201	105	46,0	99	37,62	102
I ₆ 105/63 x I ₅ 153/63	427	98	9,3	106	189	98	46,0	99	37,62	102
Mittel der Kreuzungen	454	104	9,5	108	193	101	46,3	100	37,25	101

Wie schon in Tabelle 30 festgestellt, hat die Kreuzung I_5 153/63 x I_6 243/63 eine gute spezifische Kombinationseignung, die sich in hohen Leistungen ihrer F_1 äußert. Hierbei spielen wahrscheinlich Plasmaeinflüsse eine Rolle, da die reziproke Kreuzung geringere Leistungen bringt.

Abschließend kann zu den Kreuzungsversuchen festgestellt werden, daß bei allen hier untersuchten Eigenschaften des Ölkürbis nach Kreuzung in mehr oder weniger starkem Maße Bastardwüchsigkeit gefunden wurde.

Die höchsten Heterosiseffekte konnten sowohl bei den Einzel- als auch bei den Bestandeskreuzungen im Kornertrag erzielt werden. Bei einer Einzelkreuzung $I_4 \times I_4$ wurde sogar ein Maximalwert von relativ 81 % über dem Standard erzielt.

Auch im Gesamtertrag wurden in Einzel- und Bestandeskreuzungen deutliche Heterosiseffekte sichtbar. Sie lagen jedoch etwas unter denen des Kornertrages. Jedoch spielte die spezifische Kombinationsfähigkeit beim Kornertrag eine weitaus stärkere Rolle als im Gesamtertrag.

Für das TKG, den Rohprotein- und Fettgehalt ergab sich, daß die Mehrleistungen in F_1 sowohl nach Einzel- als auch nach Bestandeskreuzungen nur gering waren.

Bei allen Merkmalen konnte festgestellt werden, daß der Grad der Inzuchtung keinen Einfluß auf die Höhe der Bastardwüchsigkeit hat. Dagegen ist die richtige Auswahl der Eltern von großer Bedeutung, d. h. die spezifische Kombinationseignung muß beachtet werden.

Um den Heterosiseffekt in der praktischen Zuchtarbeit ausnutzen zu können, wäre es wünschenswert, daß die Bastardwüchsigkeit auch in der F_2 -Generation noch erhalten bliebe, um durch einmalige Kastration in der Elternpopulation und Nachbau der F_1 zertifiziertes Saatgut (= F_2) zu erzeugen. Dies scheint nach den Untersuchungsergebnissen in Tabelle 29 möglich zu sein, denn die Bastardwüchsigkeit fiel in der F_2 nur geringfügig ab, erst in der F_3 -Generation traten infolge Aufspaltung stärkere Depressionen zutage.

In der Diskussion über eine Hybridzüchtung als Zuchtmethod zur Verbesserung der Leistungsmerkmale beim Ölkürbis muß aber auch, wie bei anderen Zuchtmethoden, die Beziehung der einzelnen Merkmale zueinander und ihre Heritabilität berücksichtigt werden.

3. Korrelation und Heritabilität

In Tabelle 32 sind Einfach-Korrelationen zwischen den hier untersuchten Werteigenschaften wiedergegeben. Dazu wurden alle ermittelten Daten aus dem vorher beschriebenen Inzucht- und Kreuzungsversuchen herangezogen.

Die höchste Korrelation ergibt sich mit $r = +0,501$ zwischen Gesamt- und Kornertrag. Zwischen Gesamtertrag und Rohproteingehalt ist eine geringe negative Korrelation angedeutet ($r = -0,379$). Auch zwischen Kornertrag und Rohproteingehalt ergibt sich eine negative Korrelation von $r = -0,329$. Der Kornertrag steht dagegen erfreulicherweise mit dem Fettgehalt in positiver Korrelation, jedoch nur recht gering mit $r = +0,214$. Eine positive Korrelation mit $r = +0,396$ ist zwischen Fettgehalt und TKG gegeben, sowie zwischen TKG und Rohproteingehalt. Dies bedeutet, daß durch Selektion auf ein höheres TKG auch Rohprotein- und Rohfettgehalt erhöht werden können.

Zwischen den übrigen Merkmalen ist die errechnete Korrelation, wie aus der Tabelle ersichtlich, nicht statistisch gesichert unterschiedlich von 0.

Aus den Leistungen der Eltern mit ihren F_1 -Nachkommen wurden über lineare Regressionsrechnungen (LEROY und LÖRTSCHER, 1956; ROBERTSON, 1959) Heritabilitätswerte für die Merkmale Gesamtertrag, Kornertrag und Rohfettgehalt errechnet ($h^2 = 2 \times b$). Zur Verrechnung kamen 53 Kreuzungen mit ihren jeweiligen Eltern.

Aus Tabelle 33 geht hervor, wie schon in Tabelle 30 angedeutet, daß der Einfluß der Mutter auf den Gesamtertrag mit 51 % hoch ist. Der väterliche Einfluß beträgt dagegen nur 17 %. Dies deutet auf spezifische Plasmaeinflüsse hin. Ein Vergleich der Leistung der Eltern insgesamt mit der der F_1 -Nachkommen ergibt eine Heritabilität von 14 %.

Beim Kornertrag ist der elterliche Einfluß fast so hoch wie der der Mutter, dagegen ist vom Vater her nur eine sehr geringe Heritabilität

Tabelle 32: Einfach-Korrelationen zwischen Leistungen von Ölkürbis

	Kornertrag dz/ha	Fett % ATM	TKG g	Rohprotein % ATM
Gesamtertrag	+ 0,501 *	+ 0,041	- 0,034	- 0,379 *
Zahl d. Werte	1140	832	553	286
Kornertrag		+ 0,214 *	+ 0,023	- 0,329 *
Zahl d. Werte		832	553	286
Fett %			+ 0,396 *	- 0,194
Zahl d. Werte			549	286
T K G				+ 0,369 *
Zahl d. Werte				286

* = Statistisch gesichert unterschiedlich von 0.

Tabelle 33: Kreuzungsversuche mit Ölkürbis 1966 bis 1971
h² = heritabilität aus 53 Kreuzungen

	Gesamtertrag dz/ha	Kornertrag dz/ha	Fett % ATM
Vater	0,171	-0,084	0,227
Mutter	0,512	0,371	0,314
Eltern	0,140	0,351	0,270

von nur 8 % festzustellen. Auch beim Fettgehalt ist der väterliche Einfluß mit $h^2 = 0,227$ recht gering, während die Heritabilität von der Mutter her mit 31 % ähnlich hoch wie für den Kornertrag ausfällt. Der elterliche Einfluß auf den Fettgehalt liegt insgesamt mit 27 % unter dem beim Kornertrag, aber deutlich höher als der Wert für den Gesamtertrag.

III. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion der Ergebnisse unter Berücksichtigung der praktischen Züchtung

Um eine zusammenfassende Übersicht zu ermöglichen, wurden noch einmal die Mittelwerte aller einzeln untersuchten Merkmale der I-Generationen, Kreuzungen sowie die Heritabilitätswerte in Tabelle 34 zusammengestellt.

Die erste Voraussetzung für eine Hybridzüchtung, bei der eine maximale Ausnutzung der Bastardwüchsigkeit möglich ist, ist das Vorhandensein weitgehend homozygoter Linien. Dazu ist eine ausreichende Fertilität nach Selbstbefruchtung auch in älteren Inzuchtgenerationen erforderlich. Im Mittel aller I-Linien beträgt der Samenansatz je Frucht nach Selbstung (siehe Tabelle 34) 76 % der frei abgeblühten Früchte. Die Pärchenkreuzungen liegen mit relativ 81 % lufttrockener Samen/Frucht leicht über den strengen Selbstungen. Diese Tatsache ist für einen Fremdbefruchter, wie es der Ölkürbis aufgrund seines Blütenbaus ist (BEHNE, 1953), als sehr positiv herauszustellen, da meistens starke Fertilitätseinbußen als Folge der Inzucht auftreten und die praktische Zuchtarbeit danach sehr erschwert wird. Das kam u. a. in Untersuchungen bei Sonnenblumen (SCHUSTER, 1964) zum Ausdruck.

Auch bei der Herstellung von Inzuchtlinien bis in die 11. Inzuchtgeneration hat sich erfreulicherweise gezeigt, daß die Inzuchtdepressionen für die hier untersuchten Merkmale nicht sehr stark sind. Das ist für einen Fremdbefruchter recht erstaunlich, wenn man mit Depressionen bei Mais und Sonnenblumen vergleicht. Die stärkste Inzuchtwirkung wurde mit 15 % Minderertrag im Vergleich zum Standard im Mittel der P-KR. beim Merkmal Kornertrag festgestellt (siehe Tabelle 3).

In den Kreuzungsversuchen zeigte sich, daß die höchste Heterosis in den Merkmalen auftrat, in denen die stärksten Inzuchtdepressionen

vorlagen. Hybriden mit über 10 % Mehrleistung wurden ermittelt für die Merkmale Gesamt- und Kornertrag, TKG und Rohfettgehalt. Beim Kornertrag wurden in 69 von 189 Fällen (= 37 %) Mehrleistungen über 10 % erreicht. Im Gesamtertrag trat deutliche Bastardwüchsigkeit in 38 von 189 Fällen (= 8 %) und im Rohfettgehalt sogar nur in 2 von 156 Fällen (= 1 %) auf. Im Mittel aller Kreuzungen wurden bei allen Merkmalen die Leistungen des Standards erreicht bzw. ein wenig übertroffen. Dies war in dem Sonnenblumenmaterial von SCHUSTER (1964) nicht der Fall; hier konnten beim Samenertrag im Mittel aller Kreuzungen nur 81 % des Standards erzielt werden. Bei anderen Merkmalen wie Wuchshöhe, Korbdurchmesser und Fettgehalt zeigten die gleichen Kreuzungen im Mittel dem Ausgangsmaterial entsprechende Leistungen. Beim Kürbis waren, wie auch bei Mais, Sonnenblumen und anderen Fremdbefruchtern, in einigen Fällen hohe Hybrideffekte gegeben. Im Kornertrag lagen die Leistungen der Kreuzungen maximal 81 % über dem Standard, im Gesamtertrag 40 %, im TKG 20 %, im Rohfettgehalt 17 % und im Rohproteingehalt 3 % über der Vergleichssorte. Aus den starken Differenzen zwischen den Kreuzungen wird deutlich, daß eine spezifische Kombinationsfähigkeit der Linien vorhanden sein muß, um maximale Heterosiseffekte zu erreichen. Erfreulicherweise zeigte sich bei den Einzelpflanzenkreuzungen, daß die Bastardwüchsigkeit unabhängig vom Grad der Inzüchtung auftritt, es ist also möglich, schon in jungen Inzuchtgenerationen auf Kombinationsfähigkeit zu testen. Die praktische Nutzung der Bastardwüchsigkeit erscheint nach den vorliegenden Ergebnissen für Gesamt- und Kornertrag, sowie für den Fettertrag - der sich ja aus Rohfettgehalt und Kornertrag zusammensetzt - erfolgversprechend zu sein.

Jedoch ist die Herstellung von Hybridsaatgut in großen Mengen beim Ölkürbis wesentlich schwieriger als beim Mais, da hier an jeder Pflanze fortlaufend männliche Blüten in großer Zahl gebildet werden (Blütenbiologie siehe BEHNE, 1953). Nach eigenen Auszählungen werden

je Pflanze 2,7 weibliche und 60 männliche Blüten ausgebildet, das ist ein Verhältnis männlicher : weiblicher Blüten von 22 : 1. Die als Mutter zu benutzenden Linien, bzw. F_1 -Hybriden für die Doppelhybriderzeugung, müssen während der ganzen Blühdauer kastriert werden; d. h. jeden 3. Tag müssen die gebildeten männlichen Blüten vor der Aufblüte entfernt werden. Das bedeutet, daß eine Arbeitskraft 4 Tage benötigen würde um 1 ha Mutterpflanzen = 2 000 Pflanzen zu kastrieren, wenn man eine Kastrationszeit je Pflanze von einer Minute zugrunde legt. Da bis zum Blühende eine zehnmahlige Kastration notwendig ist, wären 40 Tage bzw. 320 AK/h zum Kastrieren der Pflanzen notwendig. Das Verhältnis männlicher : weiblicher Linien für eine Hybridsaatguterzeugung müßte bei exakter Kastration und ausreichendem Insektenflug 1 : 5 sein, so daß für 1 ha Hybridsaatguterzeugung noch 200 qm der Vaterlinie zusätzlich angebaut werden müssen. Das auf dieser Fläche anfallende Erntegut kann zum Konsumzwecke verwendet werden und verursacht keine zusätzlichen Kosten. Die auf 1 ha erwachsenen 10 dz Hybridsaatgut müssen mit den 320 AK/h belastet werden.

Bei einem Bruttostundenlohn von 10,- DM/Std. entstehen Mehrkosten durch die Kastration von 3200,- DM. Das bedeutet, daß das Hybrid-saatgut in F_1 pro kg 3,20 DM höher belastet ist als normales Saatgut. Wenn man normales Saatgut mit 18,- DM berechnet, ergibt das bei Hybridsaatgut plus 3,20 DM Mehrkosten = 21,20 DM je kg. Der Saatgutbedarf für einen Hektar liegt bei 10 kg = 212,- DM d. h. bei Hybridsaatgut liegen die Kosten für einen Hektar um 32,- DM höher gegenüber normalem Saatgut.

Nach unseren Ergebnissen (Tabelle 34) wird mit Hybridsaatgut ein durchschnittlicher Mehrertrag von 2,8 dz/ha erzielt. Wenn man also einen Mehrertrag von 2,8 dz/ha zu Grunde legt, bei einem Preis von 6,- DM je kg Ölkürbiskerne, bedeutet das gleichzeitig einen Mehrgewinn von 1680,- DM, was nach Abzug der Saatgutmehrkosten von 32,- DM einen Nettogewinn von 1648,- DM erbringt.

Das bedeutet, daß die Herstellung von Hybridsaatgut für den Anbauer durchaus rentabel erscheint.

Männliche sterile Mutterlinien könnten jedoch eine Hybridsaatguterzeugung wesentlich verbilligen. WITTEWERT und HILLYER (1954) empfehlen das Besprühen der Pflanzen mit α -Naphthyl-Essigsäure (NES) im Ein- bis Zweiblattstadium; auch ROBINSON, WHITAKER und BOHN (1969) sowie DERMONT (1970) berichten über Erfolge bei der Auslösung männlicher Sterilität beim Ölkürbis durch 2-chloroethyl-phosphonicsäure. Eigene Versuche mit Gibberellinsäure und NES in verschiedenen Dosierungen, von 0,5 - 2,0 mg Gibberellinsäure, 0,1 - 1,0 mg NES und einer Mischung von 0,5 + 0,5 mg und 1,0 + 0,5 mg Gibberellinsäure und NES pro Pflanze, im Zwei- und Vierblattstadium, haben keine Erfolge gezeigt. In einem 3-jährigen Versuch von 1968 bis 1970, zeigte sich, daß die Bildung der männlichen Blüten nach der Behandlung im Vergleich zur Kontrolle zum Teil noch verstärkt wurde. In einigen Fällen konnte sogar eine Verdoppelung der männlichen Blüten festgestellt werden. Eine maximale Verminderung der männlichen Blütenstände wurde durch eine Behandlung mit 0,5mg NES/Pflanze im Zweiblattstadium um 33 % im Vergleich zur Kontrolle erreicht. Es konnten also unter den vorstehend beschriebenen Wachstumsbedingungen die aus der Literatur bekannten Erfolge nicht bestätigt werden.

Eine weitere Möglichkeit, um eine gewisse Bastardwüchsigkeit auszunutzen, ohne den Mehraufwand einer Kastration, wäre die Herstellung von "Synthetischen Sorten" oder "Zusammengesetzten Sorten" aus mehreren Inzuchtlinien, die auf allgemeine und spezifische Kombinationsfähigkeit getestet wurden und nebeneinander oder in Gemischen angebaut frei abblühen. Im Topcross-Verfahren ist eine Testung auf allgemeine Kombinationsfähigkeit möglich, da auch hier (siehe Tabelle 28) deutliche Heterosiseffekte in den Kreuzungsnachkommen auftraten, besonders stark im Kornertrag bis maximal 41 % über dem Standard, aber auch im Gesamtertrag mit bis zu 11 % und im Rohfettgehalt bis maximal 6 %. Die Untersuchungen mit Einzelkreuzungen zeigten je-

doch, daß auch eine spezifische Kombinationsfähigkeit gegeben sein muß, um maximale Leistungen zu erzielen. Es besteht also die Möglichkeit, im Topcross-Verfahren eine größere Anzahl von I-Linien auf allgemeine Kombinationsfähigkeit schon in frühen Generationen zu testen (I_2 und I_3), da, wie bereits erwähnt, die Bastardwüchsigkeit unabhängig vom Grad der Inzuchtung auftritt. Die im Topcross-Test leistungsfähigsten Linien müssen jedoch in dialleler Kreuzung auf ihre spezifische Kombinationsfähigkeit zueinander getestet werden. Diejenigen Linien (2-5) die untereinander diese Kombinationsfähigkeit besitzen, können dann in "Synthetischen Sorten" vereinigt werden oder auch in einer "Zusammengesetzten Sorte", bei der die Linien durch isolierte Vermehrung getrennt erhalten und die Mischung in jedem Jahr neu hergestellt wird. Bei diesen "Zusammengesetzten Sorten" wird man u. U. auch eine zweite Durchkreuzung als zertifiziertes Saatgut in den Handel bringen, da unter Umständen der Kreuzungsanteil nach zweimaliger Durchkreuzung höher ist als im ersten Jahr (HOFMANN, MUDRA, PLARRE, 1971; SCHUSTER 1970). Diese Methode zur Nutzung der Bastardwüchsigkeit wurde in der vorliegenden Arbeit nicht näher untersucht. Dies erscheint jedoch notwendig, da aus den Heritabilitätswerten ein hoher mütterlicher Effekt (Plasmavererbung) für Gesamt- und Kornertrag gegeben war. Deshalb erscheint es möglicherweise zweckmäßiger, nicht I-Linie x I-Linie für Einfachkreuzungen zu benutzen, sondern Topcross-Hybriden herzustellen deren Mutterlinien hohe Heritabilität bzw. Kombinationsfähigkeit besitzen. Die Einzelpflanzenkreuzungen von I-Linie x freie Abblüte (F.A.) zeigten trotz der Heterozygotie des einen Elters deutliche Heterosiseffekte, die beim Kornertrag maximal 19 %, beim Gesamtertrag maximal 18 % betrugen.

Wie aus den Inzuchtversuchen ersichtlich, konnten für TKG, Rohproteingehalt und Fettsäurezusammensetzung wertvolle Homozygote selektiert werden. Da die Heterosiseffekte bei diesen Merkmalen nur

gering waren, ist es notwendig, spezifische Partner zu suchen, um durch Kreuzung und eventuell mit Hilfe von I-Linien zu guten Kombinationen zu gelangen. Erfreulicherweise zeigen die Korrelationsrechnungen, daß eine positive Korrelation besteht zwischen Kornertrag und Fettgehalt, sowie zwischen TKG und Fettgehalt; so können bei einer Züchtung auf hohen Kornertrag auch Fettgehalt und TKG erhöht werden.

Die Ölkürbiszüchtung steht in Europa, aber auch in der übrigen Welt erst am Anfang. Es sind nach den vorgelegten Untersuchungen sowohl durch die Ausnutzung der Bastardwüchsigkeit in einer der oben geschilderten Formen als auch durch Selektion von wertvollen Typen mit Hilfe der Selbstung, die für eine Kombinationszüchtung genutzt werden, in absehbarer Zeit sichtbare Erfolge zu erwarten.

Tabelle 34: Leistungen und Merkmale der Ausgangssorte "Gielener", 9-Linien (strenge Selbstungen)
Geschwisterkreuzungen (P. Kr.) und Gesamtkreuzungen,
in F₁ im Mittel aller Generationen und der Jahre 1957-1971 sowie Heritabilitätswerte

	Gesamtertrag (Frischmasse)			Korntrag (lufttrocken)			TK-Gewicht (lufttrocken)			Rohproteingehalt		
	Zahl d. Werke	dz/ha relativ	% ATM	Zahl d. Werke	dz/ha relativ	% ATM	Zahl d. Werke	g relativ	% ATM	Zahl d. Werke	% ATM	% relativ
Standard	407	638	100	407	15,7	100	156	194	100	103	37,75	100
I-Linien	666	610	96	666	14,3	91	358	191	99	186	37,11	98
P-Kr.	234	604	95	234	13,3	85	77	194	100	39	37,05	98
Kreuzungen	189	644	101	189	16,2	103	120	195	101	62	37,30	99
Kreuzungen über 10 % Mehrleistung	38	727	114	89	18,5	118	10	217	112	-	-	-
b ₂ ♀	-	-	0,512	-	-	0,0371	-	-	-	-	-	-
b ₂ ♂	-	-	0,171	-	-	-0,084	-	-	-	-	-	-
	Rohfettgehalt			Fettsäuremuster			Samenansatz Frucht (lufttrocken)					
	Zahl d. Werke	% ATM	relativ	Zahl d. Werke	Palmitin C16 %	Ölsäure C18 ₁ %	relativ	Linolensäure C18 ₂ %	relativ	Zahl d. Werke	g relativ	
Standard	156	49,6	100	103	9,4	100	26,0	100	64,7	100	569	68
I-Linien	492	48,7	99	185	10,1	107	25,2	97	64,9	100	525	51
P. Kr.	234	49,1	99	39	9,9	106	24,6	95	65,3	101	142	55
Kreuzungen	156	49,5	100	87	10,2	108	25,1	96	65,2	101	66	52
Kreuzungen über 10 % Mehrleistung	2	56,0	113	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b ₂ ♀	-	-	0,314	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b ₂ ♂	-	-	0,227	-	-	-	-	-	-	-	-	-

= aus den Jahren 1965 bis 1971
(*) = aus den Jahren 1967, 69, 70, 71
= aus den Jahren 1970 und 1971

V. ZUSAMMENFASSUNG

1. Einleitend wird die Bedeutung der CUCURBITACEAE in Acker- und Gartenbau, hinsichtlich der Verwendung als Speise-, Öl- und Futterpflanze besprochen. Es wird eine Literaturübersicht über die Zuchtarbeiten gegeben und die dabei erzielten Erfolge mitgeteilt.
2. Die Inzuchtversuche brachten folgende Ergebnisse:
 - Der Gesamtertrag (Frischmasse) zeigt etwas geringere Inzuchtdepressionen als der Kornertrag. Im Mittel aller Selbstungen liegt die Depression bei 4 %, bei den Geschwisterkreuzungen um 5 %. Der höchste Ertragsabfall ist in der fünften Inzuchtsgeneration mit relativ 14 % gegenüber dem Ausgangsstamm "Gießener", festzustellen.
 - Die stärkste Depression wird mit relativ 9 % im Mittel der 11 I-Generationen für das Merkmal Kornertrag festgestellt. Das Inzuchtminimum liegt wie beim Gesamtertrag in I₅ mit 19 % unter der Ausgangssorte. Bei Geschwisterpaarungen beträgt die Inzuchtwirkung im Mittel 15 %.
 - Das Tausendkorngewicht reagiert kaum auf die Inzüchtung, so daß im Mittel aller Inzuchtgenerationen nur ein Tausendkorngewichtsabfall von 1 % festzustellen ist.
 - Der Rohproteingehalt läßt ebenfalls eine sehr geringe Inzuchtwirkung erkennen. Hier liegt das Mittel der Selbstungen und Geschwisterkreuzungen relativ 2 % unter der Ausgangspopulation. Das Inzuchtminimum ist mit 97 % in I₉ zu finden.
 - Auch beim Rohfettgehalt ist die Wirkung der Inzüchtung nicht von besonderem Ausmaß, im Mittel wird, sowohl für strenge Selbstungen als auch für Geschwisterpaarungen eine schwache De-

pression von 1 % festgestellt. Das Inzuchtminimum lag mit relativ 95 % in I₈.

- Die Fettsäurezusammensetzung zeigt, daß jede einzelne untersuchte Fettsäure eine unterschiedliche Reaktion gegenüber der Inzucht aufweist. Die Palmitinsäure (C 16) reagiert positiv auf die Inzüchtung; es ist ein Anstieg von relativ 7 % bei den strengen Selbstungen und von relativ 6 % bei den Geschwisterkreuzungen festzustellen. Für die Ölsäure (C18:1) ergibt sich im Mittel der 11 I-Generationen eine Depression von relativ 3 %, für die Geschwisterkreuzungen von relativ 5 % im Mittel der drei Generationen. Bei der Linolsäure (C18:2) kann keine Reaktion festgestellt werden.

- Die Selbstfertilität, die im allgemeinen hoch ist, nimmt nach Inzüchtung nicht wesentlich ab; die Depressionen im Samenertrag je geselbsteter Frucht sind in erster Linie auf eine allgemeine Inzuchtdepression im Merkmal Kornertrag zurückzuführen.

3. Mit Hilfe von Kreuzungsversuchen zwischen Einzelpflanzen, (I-Linie x I-Linie, I-Linie x F. A. und F. A. x F. A.), Topcross und Bestandeskreuzungen mit und ohne Kastration wurde die Bastardwüchsigkeit, sowie die Kombinationseignung untersucht.

- Es zeigte sich eine geringe Bastardwüchsigkeit von relativ 1 % im Mittel aller Einzelpflanzenkreuzungen für das Merkmal Gesamtertrag. Es ist jedoch in 23 von 49 Kreuzungsfällen deutliche Heterosis vorhanden, in 11 von 23 Fällen mit mehr als relativ 10 % über der Standardsorte. Bei den Einzelkreuzungen werden 38 Kreuzungen von insgesamt 189 gefunden, die die Ausgangspopulation deutlich überlegen.

- Analog der stärkeren Inzuchtwirkung auf den Kornertrag kann hier der höchste Heterosiseffekt beobachtet werden. Im Mittel

aller Kreuzungen beträgt die relative Bastardwüchsigkeit zwar nur 3 % über dem Standard, jedoch wird in über 50 % der Fälle ein deutlicher Effekt festgestellt. Die maximale Heterosis beträgt relativ 81 % über der Ausgangspopulation.

- Beim Tausendkorngewicht liegt im Mittel aller Nachkommen mit relativ 1 % sehr geringe Heterosis vor, von 120 Kreuzungen ist nur in 10 Fällen eine deutliche Bastardwüchsigkeit feststellbar.

- Der Rohproteingehalt weist nach Kreuzungen in F_1 einen Maximalwert von 103 % relativ zum Standard auf, im Mittel sind aber die Leistungen der Hybriden relativ um 1 % geringer, als bei der Vergleichssorte "Gießener".

- Auch beim Rohfettgehalt wird im Mittel keine spürbare Bastardwüchsigkeit festgestellt, in den Minimum - Maximum - Werten ist in 18 von 46 Kreuzungen eine schwache Heterosis festzustellen, nur in zwei der 18 Fälle wird ein Anstieg im Fettgehalt von mehr als relativ 10 % über die Ausgangspopulation erreicht. Der Maximalwert liegt bei relativ 117 %.

- In der Fettsäurezusammensetzung zeigen sich nur bei der Palmitinsäure, mit relativ 108 % im Mittel aller drei Kreuzungsgruppen deutliche Heterosis. Bei den beiden anderen untersuchten Fettsäuren (Öl- und Linolsäure) kann keine Bastardwüchsigkeit festgestellt werden, jedoch bei geeigneten Kreuzungseltern werden auch für Öl- und Linolsäure Werte von relativ 12 bzw. 6 % über der Standardsorte gefunden.

- Die Bestandeskreuzungen und die Topcrosses lassen bei entsprechender Kombinationseignung der Eltern deutliche Heterosiseffekte sichtbar werden.

4. Durch Errechnung linearer Regressionen der mütterlichen und väterlichen Inzuchtlinien und ihren F_1 -Generationen werden

Erblichkeitswerte (h^2 -Heritabilität) für die Merkmale Gesamtertrag, Kornertrag und Fettgehalt errechnet. Es ergibt sich beim Gesamtertrag (Frischmasse) mütterlicherseits eine hohe Heritabilität. Auch beim Kornertrag und, wenn auch sehr gering, beim Fettgehalt ist der Einfluß der Mutterpflanze höher als der des Vaters, was auf Plasmaeinflüsse hindeutet.

5. Anhand der Korrelationen aller gegebenen Inzuchtlinien und Kreuzungsnachkommenschaften, wird die Beziehung zwischen Leistungsmerkmalen festgestellt. Die höchste positive Korrelation ergibt sich zwischen Gesamt- und Kornertrag mit $r = +0,501$, sowie zwischen Kornertrag und Fettgehalt mit $r = +0,214$. Der Rohproteingehalt ist mit Gesamt- und Kornertrag mit $r = -0,379$ und $r = -0,329$ negativ korreliert. Zwischen Fettgehalt und TKG mit $r = +0,396$, wie auch zwischen TKG und Rohproteingehalt mit $r = +0,369$ sind positive Beziehungen gegeben.
6. Abschließend werden die Ergebnisse im Hinblick auf eine praktische Zuchtarbeit diskutiert. Neben einer Heterosiszüchtung scheint auch die Erstellung von "Synthetischen Sorten" bzw. "Zusammengesetzten Sorten" erfolgversprechend zu sein; auch das Topcross-Verfahren wird neben einer Kombinationszüchtung als Zuchtmethode in Betracht gezogen.

SUMMARY

1. As a prelude, the importance of cucurbitacea in Crop farming and gardening, in respect to its use as an oil and forage plant has been discussed. It is also in order that, Literature reveiws of the works done so far, as well as the breeding results are imported in the main body of the work.
2. The results of inbreeding are as follows:
 - Total yield (green mass) showed a lesser degree of depression than grain yield. The mean depression rate of all Selfings and Sibings gave 4 % and 5 % respectively. It was also found out, that the 5th inbred generation, as compared to the parent Stock (Gießener), brought the highest depression (14 %).
 - In Case of Grain yield, the most intense depression (9 %) was in the 11 I-Generations. The inbreeding minimum in grain yield as well as that of total yield lies in I₅ with 19 % below the parent materials, where as, the Mean effect of Sibing amounted to 15 %.
 - Thousand Grain Wieght hardly Showed any inbreeding depression in which, the average decline of inbred generations gave a rate of 1 %.
 - Row Protein Content was barely effected by inbreeding. The mean relative figure of all selfings and Sibings lies 2 % bellow that of the parent population. However the inbreeding minimum of the I₉ was found to be 97 %.
 - Crude Fatt is also one of the reference points in question, on which, the effect of depressions was hardly noticable. The mean Value of Selfings and Sibings Showed a Weak depression of 1 %. The inbreeding minimum of I₈ gave a relative figure of 95 %.
 - The composition of fatty acids indicated that, every fatty acid which had been analysed reacted differently to inbreeding. Palmitic

acid (C 16) reacted positively, with an increase of 7 % in Selfing and 6 % in Sibling. That of oilic acid brought, for Selfings and Siblings in 3 Generations a relative rate of 5 % and 3 % respectively. As far as Linolic acid is Concerned, the reaction was too meager it could not be ascertained.

- Self-fertility, which was found to be generally high, did not decline as a result of inbreeding. The depression of yields in Seeds from every Self - pollinated flower can be traced back on the ultimate effect of the whole inbreeding depression on grain yield in general.

3. With the application of three breeding methods, namely; Crosses between Single plants (e. g. I-Line x I-Line, I-Line x open poll., Open poll. x Open poll.), Top-Cross and Mass pollination with and without castration, it was possible to explore the hybrid effect on each cross as well as the Combination ability of the parental Stock.

- After averaging the out come of all single crosses. The hybrid effect on total yield gave a rate of 1 %. However, it was shown that, a marked heterosis effect was present in 23 out of 49 crosses, which in Turn out of the above 23 Cases 11 were 10 % higher than the Standard variety. In addition. The performance of 38 out 189 crosses were considerably Superior to that of the parent material.

- Analog to the intense depression of grain yield through inbreeding, it was also observed that, heterosis effect on this Same factor was of a higher order. Even though, the mean of all crosses bore only 3 % of hybrid effect, it was clearly demonstrated that, 50 % of the cases tested had a marked Superiority over the Standard variety. The maximal value of the crosses lies 81 % above that of the parent materials.

- The presence of heterosis Concerning Thousand-grain-Weight was

of a low nature (1 %). Out of 120 crosses only 10 Cases barely showed some kind of heterosis.

- As to row - protein content a relative value of 103 % was found in F_1 . Nevertheless, the Standard was 1 % higher in performance than the average figure of the hybrids.

- No noticeable hybrid effect was observed on the Content of Crude Fatt. The maximum and minimum values of 18 out of 49 crosses had a very minor heterosis effect. However, 2 out of the above 18 Cases gave an increase of 10 % over that of the parent materials, with a maximum figure of 117 %.

- The only fatty acid that gave a trace of heterosis (108 %) was palmitic acid, averaged from the three groups of crosses; while oilic and Linol acid brought no change. However, with a usage of Suitable parents, values of 12 % and 6 % were obtained for both oilic and Linol acids respectively.

- Crosses from mass pollination and Top-cross were with a marked heterosis, provided that the combination ability of the parents was Correspondingly Superior.

4. The linear regression of the male and female parents (I-Lines) as well as their F_1 generation was computed to find the heritability (h^2) of factors concerning total yield, grain yield and fatt content. Total yield (green mass) from the female side gave a higher heritability. But on the other hand grain yield gave a lower one. The effect of the female parent, on the fatt content was clearly superior over that of the male parent which in turn can be traced to plasma effect.
5. The relationship of all the factors was determined by using simple correlatio method for all inbreed Lines and their offsprings. The highest positive correlation was obtained between grain yield and fatt content, $r = +0,214$.

- The relationship of row protein content with both total and grain yield gave a negativ correlation, with values of $r = -0.379$ and $r = -0.329$ respectively.

- Nevertheless, posetive correlation was also found between fatt content and TGW ($r = +0.396$), as well as between TGW and row protein content ($r = +0.369$).

6. As a conclusion, the practical aspect of the results obtained is discussed in the main body of the work. Apart from breeding of hybrids. The production of Synthetic and Composite varieties seems to be promising. Just as much, top-cross as a breeding method, was taken into consideration to be of the same order.

LITERATURVERZEICHNIS

- | | | |
|---------------------|------|--|
| 1. ALKÄMPER, J. | 1960 | Gute Erfahrungen mit Ölkürbis.
a Deutsche Landw. Presse Nr. 15/83
Jahrg. 1960 |
| 2. ALKÄMPER, J. | 1960 | Verwertung und Aufbewahrung des
b Ölkürbisses. Württem. Wochenblatt
f. die Landwirtschaft (Nr. 39) <u>127</u> ,
1996 |
| 3. ALKÄMPER, J. | 1961 | Futterpflanze Ölkürbis.
a Die Landpost (Nr. 16) <u>17</u> , 4 |
| 4. ALKÄMPER, J. | 1961 | Ölkürbisanbau.
b Landwirtschaftl. Wochenblatt f.
Hessen-Nassau (Nr. 20) <u>144</u> , 26 |
| 5. ALKÄMPER, J. | 1966 | Die Ertragsleistung von Kürbis
(Cucurbita maxima Duch. u. pepo L.)
unter besonderer Berücksichtigung
von Ölkürbis.
Sondd. aus: Z. Acker- u. Pflanzenbau
<u>123</u> (3) S. 242-260 |
| 6. ANDERSON, G. | 1961 | Inzucht und Heterosis bei Raps
(Brassica napus L. ssp. oleifera)
Handbuch der Pflanzenzüchtung:
Band V, 17-19, Paul Parey Verlag
Berlin u. Hamburg |
| 7. APPERDANNIER, R. | 1961 | Der Ölkürbis eine gute Futterpflanze.
Mitt. DLG <u>76</u> (22), 749 |
| 8. APPERDANNIER, R. | 1962 | Der Ölkürbisaufgang. Bauernfreund
1962 (5), 51 |
| 9. AUEL, W. | 1962 | Zur Heilwirkung des Kürbiskerns beim
prostatistischen Symptomenkomplex.
Der Landarzt <u>15</u> (38), 372 - 373 |
| 10. BAILEY, L. H. | 1920 | A medley of pumpkins.
Mem. Hort. Sol. New York I, 117 - 124 |

11. BECHERER, L.P. von 1955 Untersuchungen zur Anatomie und zum Erbverhalten der Samenschalen von *Cucurbita maxime* Duch. und *Cucurbita pepo* L.
Züchter 25, 1-13
12. BEHNE, R. 1953 Die Blüh- und Befruchtungsverhältnisse beim Ölkürbis (*Cucurbita pepo* L.)
Diss. Gießen
13. BELIK, V.F. & 1960 New techniques in interspecific hybridization of pumkin.
PODMOGAEVA, M.I. Agrobiologija 1960, 775-77 (Russ.)
14. BEMIS, W.P. 1963 Interspecific hybridization in *Cucurbita*. II. *C. moschata* Poir x *Xerophytic Species of Cucurbita*.
J. Hered. 54, 288-89
15. BEMIS, W. P. & 1963 Interspecific hybridization within the Genus *Cucurbita* I. Fruit set, Seed and embryo development.
NELSON, J.M. J. Ariz. Acad. Sci. 2, 104-107
16. BEMIS, W.P. 1970 Polyploid hybrids from cross *Cucurbita moschata* Poir. x *Cucurbita foetidissima* HBK. Amer. Soc. Hort. Sci. J 95 (5), 529-531
17. BENEPAL, P.S. & 1967 The genetic basis of varietal resistance of *Cucurbita pepo* L. to squash bug *Anasa tristis* De Geer.
HALL, C.V. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 90, 301-303.
18. BERKNER, F.V. 1940 Der schalenlose Kürbis, ein Fett- und Eiweißlieferant.
Züchter 12, 123-126
19. BOGUSLAWSKI, E.v. 1953 Ölfruchtbau, "Ölkürbis". In: Handb. der Landwirtschaft, 2 Pflanzenbaulehre, 370-375, Verl. Paul Parey, Berlin - Hamburg
20. BOGUSLAWSKI, E.v. 1955 Mehrjährige Untersuchungen über Inzucht und Heterosiserscheinungen bei der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.)
SCHUSTER, W. Z. Pflanzenzüchtung 35, 1-26
21. BOGUSLAWSKI, E.v. 1960 Gute Erfahrungen mit Ölkürbis.
SCHUSTER, W. Dtsch. Landw. Presse 83 (13), 130

22. BOGUSLAWSKI, E.v. 1965 "Ölkürbis" in Handb. Pflanzener-
nährung und Düngung, Bd. III/1,
716-720, Springer-Verlag, Wien
New York
23. BRAR, J.S. & 1969 Study on floral biology of Cucurbita
NANDPURI, K.S. Pepo Linn. Punjab Agr. Univ. J Res
6 (3. Suppl.) 786-792
24. BUCHINGER, A. 1948 Kürbiszüchtung.
Bodenkultur 2, S. 10-27
25. BUSHNELL, J.W. 1922 Isolation of uniform Types of Hubbard
squash by inbreeding.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 19,
139-144
26. BYKOV, B.A. 1961 (Pumpkins).
Priroda (Nature), Leningrad 1961 Nr. 8,
S. 111 (Russ.)
27. CANVIN, D.T. 1965 The Effect of Temperature on the
oil content and Fatty acid Composi-
tion of the oils from Several oil
seed Crops.
Canad. J. Bot. Vol. 43, 63-69
28. CUMMINGS, M.B. & 1928 Pure line studies with ten generations
JENKINS, E.W. of Hubbard squash.
Vt. Agr. Wxp. Sta. Bull. 280
29. CURTIS, L.C. 1939 Heterosis in Summer Squash (Cucur-
bita pepo) and the possibilities of
producing a hybrid seed for Commer-
cial planting.
Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 37, 827-
828
30. CURTIS, L.C. 1948 The use of maked seed in Cucurbita
pepo as a Source of high quality
liquid vegetable fat, as a high analysis
protein, as a new confection, and as
a Sandwich spread.
Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 52, 403-
406
31. DENNA, D.W. 1963 The physiological genetics of the bush
and vine habit in Cucurbita pepo L.
Squash.
Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 83,
657-66

32. DENNA, D.W. & MUNGER, H. M. ITHACA, N. Y. 1963 Morphology of the bush and vine habits and the allelism of the bush genes in cucurbita maxima and C. pepo Squash.
(Die Morphologie der Kurz- und langtriebigen Typen und die Allelie der kurztriebigen Gene in Cucurbita maxima und C. pepo).
Proc. Amer. Soc. horticult. Sci. 82, S. 370-377
33. DERMOT, P. 1970 Effect of 2-Chloroethylphosphonic
a Acid on Sex Expression and Yield in Butternut Squash and its Usefulness in Producing Hybrid Squash.
Hortscience 5 (4), 227-228
34. DERMOT, P. 1970 Inheritance of mottle-leaf in Cucurbita
b moschata Poir.
Hortscience 5 (4), 226-227
35. DEVRIENT, W. 1959 Androgen-hormonale Heilwirkung einer vernachlässigten Pflanze.
Heilkunde, Heilwege 1 (9)
36. DRUDE, O. 1917 Erfahrungen bei Kreuzungsversuchen mit Cucurbita pepo. L.
Ber. Dtsch. Bot. Ges. 35, (26)-(57)
37. DUTTA, O. P. & NATH, P. 1969 A Note improvement in pumpkin (Cucurbita sp.).
Indian J Hort 26 (3/4), S. 163-164
38. EISA, H. M. & MUNGER, H. M. 1968 Male Sterility in Cucurbita pepo. (Männliche Sterilität bei Cucurbita pepo.)
Proc. Amer. Soc. horticult. Sci. 92, S. 473-479
39. FLEMING, A. A. und KOZELNICKY, G. M. 1965 Sibbing versus selfing in the Maintenance of inbred leins of Corn and the Attainment of Homozygosity.
Crop Science Vol. 5, 303-304
40. FILOV, A. I. 1962 (Pumpkins of high quality).
Kartoffel' J Ovosci (Potato & Vegetables) Nr. 12, S. 53 (Russ.)

41. FILOV, A.I. 1963 (Hybridization between Cultivated and
a wild Species of Cucurbita, Part 1).
Bjull. glavnogo Bot. Sada, Nr. 51,
S. 43-48. Moskva-Leningrad (Russ.)
42. FILOV, A.I. 1963 (An eminent Soviet breeder of Cu-
b curbita), Kartofel' J Ovosci (Potato
& Vegetables) 8 Nr. 1, S. 39-40
(Russ.)
43. FULARA, A. 1967 Wartość gospodarcza dyni oleistej i
jej biologia Kwitnienia (Cucurbita pepo
L. V. Styriaca Greb.) (Der wirtschaft-
liche Wert und die Blütenbiologie
des Ölkürbisses). Biul. Inst. Hodowli
Aklimatyzacji Roślin Nr. 6, S. 165-177.
44. GARBER, K. 1948 Ölkürbisanbau im norddeutschen Kli-
magebiet. Neue Mitteil. f. landw. 3,
S. 195-196
45. GÖRING, H. & 1966 Chlorophyllgehalt und Photosynthese-
HOFFMANN, P. intensität bei Heterosishybriden und
ihre Elternformen.
Biol. Zbl. 85 (1966), S. 289-303
46. GORNICKAJA, I. P. 1968 Metod incuchta v. Selekcii Ogurcov,
(Die Methode der Inzucht in der Gur-
kenzüchtung).
Citologija i genetika, Kiev 2 Nr. 1,
S. 35-40 (Russ.)
47. GREBENŠČIKOV, I. 1950 Zur Kenntnis der Kürbisarten Cu-
curbita pepo L. nebst einigen Angaben
über Ölkürbis.
Züchter 20, 194-207
48. GREBENŠČIKOV, I. 1956 Über einen Fall von ontogenetischem
Farbwechsel der Bastardfrüchte beim
Kürbis und über die Anwendung des Be-
griffes "Dominanzwechsel".
Kulturpflanze IV, S. 247-276
49. GREBENŠČIKOV, I. 1958 Über zwei Cucurbita-Artkreuzungen.
a Züchter, 28, S. 233-237

50. GREBENSČIKOV, I. 1958 Notulae cucurbitologicae III.
b Kulturpflanze VI, S. 38-60. Berlin
51. GREBENSČIKOV, I. 1959 Ein Vergleich des Heterosiseffekts im
"Fruchtgewicht" bei Kürbis und Mais.
Kulturpflanze 7, S. 184-97. Berlin
52. GREBENSČIKOV, I. 1962 Zur Vererbung der Fruchtstreifung
beim Gartenkürbis Cucurbita pepo L.
Kulturpflanze, Nr. 3, S. 183-190.
Berlin
53. GREBENSČIKOV, I. 1967 Zur quantitativ-genetischen Analyse
der Ertragskomponenten beim Kürbis,
III. Kulturpflanze, Nr. 15, S. 57-74.
Berlin
54. GROBBECKER, K. 1967 Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen
über Anbau und Verwertung des Gie-
ßener Ölkürbis. DLG-Verlag:
Das wirtschaftseigene Futter 13 (3),
S. 237-245
55. GROFF, D. & 1967 Meiotic irregularities in Cucurbita
BEMIS, W.P. species hybrids.
J. Hered. 58, S. 109-11
56. HABER, E.S. 1928 Inbreeding the Table Queen (Des
Moines) Squash.
Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 25,
S. 111-114
57. HAYASE, H. 1956 Cucurbita-crosses. VIII. On the
reciprocal inter-specific hybrids bet-
ween C. maxima and C. moschata.
Hokkaido Natl. Agr. Sta. Res. Bull.
70, S. 15-29
58. HAYASE, H. & 1956 Cucurbita-crosses. IX. Hybrid vigor
UEDA, T. of reciprocal F₁ crosses in C. Maxi-
ma. Hokkaido Natl. Agr. Sta. Res.
Bull. 71, S. 125-128
59. HEINISCH, O. & 1950 Die Bedeutung der Samenschale für
RUTHENBERG, M. die Züchtung des Ölkürbis.
Z. Pflanzenzücht. 29, S. 159-174

69. KRAUCH, O. 1962 Futterbau und Veredelungswirtschaft.
Württ. Wochenbl. landw. 129 (3),
S. 112-113
70. KUL'ČYCKA, Z. L. 1962 Mizvydova, gibrydyzacija garbuziv.
(Die Artenkreuzung bei Kürbis.)
Nauk. Praci. Zaporizka derz. sil'sko-
gospod. dosl. st. Nr. 1, S. 41-47.
Aus: Referativnyj Zurnal Moskva.
71. LANA, E. P. 1950 Reciprocal Crosses in the Squash,
Cucurbita maxima Duch. Minn. Agr.
Sta. Tech. Bull. 182 (28 S.)
72. LE ROY, H. L., und 1956 Die wichtigsten Methoden der Herita-
LÖRTSCHER, H. bilitätsbestimmung. Z. f. Tierzüch-
tung und Züchtungsbiologie 66, 17-37
73. LIPAVEA, L. I. 1961 O prirode geterozisa u. rastenij.
(LIPAJEWA, L. I.) (Über die Natur der Heterosis bei
Pflanzen.)
Bjulleten Moskovskogo obscestva
ispytatelej Prirody. N. S. 132 (1961)
Otdel biologiceskij 66 Nr. 5, S. 102-
114
74. LORENZETTI, F. 1964 Su di un incrocio tra due Varieta lontane
di Cucurbita pepo L. (Kreuzungsver-
such zwischen 2 Varietäten von Cu-
curbita pepo L. Nano verde chiaro
d Italia, Nishikikanro.). Riv. orto-
florofrutticolt. Ital. 48 (1964) Nr. 6,
S. 497-506. Perugia, Univ. Ist.
Allevamento Vegetale.
75. LOTSY, J. P. 1919 Cucurbita-Strijdvragen. De Soort
quaestie. Hat gedrag na Kruising.
Parthenogenese, I. Historisch Overzicht.
Genetica I, S. 497-531.
76. LOZANOV, P. 1969 Cheterozis pri nlakoi mezdosortovi
chibridi tikvicki (Heterosis bei einigen
Sortenkreuzungen des Eierkürbis).
Genetika i Selekcija 2 (4), 277-286

77. LUDILOV, V. 1962 (The way to table Varieties of Pumpkin).
Kartofel'i Ovosci (Potato & Vegetables) Nr. 12, S. 54 (Russ.)
78. LUDILOV, V. 1968 (Ability of interspecific squash hybrids to cross with other species).
Kartofel' i Ovosci (Potato & Vegetables) Nr. 2, S. 29 (Russ.)
79. MAILÄNDER, W. 1959 Ölkürbis eine ideale Futterhackfrucht.
Mitt. DLG 76 (18), S. 576-578
80. MAILÄNDER, W. 1960 Gute Erfahrungen mit Ölkürbis.
Dtsch. Landw. Presse 83, 11, S. 107
81. MALJUTA, D.I. 1965 Gibridy tykvy s Priznakami dvuch
KUL'ČIECKAJA, Z.A. otcov. (Kürbishybriden mit den Merkmalen Zweier Väter.) Selekcija I
Semenovodstvo, Kiev Nr. 4, S. 54-56
82. MARQUARD, R. 1972 Eine neue Extraktionsanlage zur
serienmäßigen quantitativen Fettbestimmung in Ölsaaten. Z. Pflanzenzüchtung 68, 333-340
83. MUDRA, A. & 1952 Probleme und Ergebnisse der Münche-
NEUMANN, D. berger Ölkürbiszüchtung.
Züchter 22, 99-105
84. MURPHY, E.F. & 1966 An evaluation of the Sensory qualities
HEPLER, P.R. of inbreed lines of Squash (Cucurbita
TRUE, R.H. maxima). Proc. Amer. Soc. hort.
Sci. 89, S. 483-90
85. NATH, P. 1965 Genetic basis of growth habit in Cucurbita pepo L. Indian J. Hort. 22, 69-71
86. NAUDIN, M. 1956 Nouvelles recherches Sur les Caractères
Spécifiques et les Variétés des Plantes du genre Cucurbita. Ann.
Sci. Nat. Bot. 6, 5-73
87. OSLER, 1958 Effect of Visual Selection During In-
WELLHAUSEN, breeding upon Combining Ability in
PALACIOS Corn. Agronomy Journal Vol. 50,
S. 45-48
88. PASSMORE, S.F. 1934 Hybrid vigor in reciprocal Crosses
in Cucurbita pepo L. Ann. Bot. 48,
S. 1029-1030

89. PAVLJUCENKO, A. 1963 (the Production of Cucurbits in the Ukraine), *Kartofel'i Ovosci (Potato & Vegetables)* 8 (Nr. 1) 36-39 (Russ.)
90. RHODES, A. M. 1959 Artkreuzung und zwischenartliche Genübertragung in der Gattung Cucurbita. (Species hybridization and interspecific gene Transfer in the Genus Cucurbita.), *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* 74, 546-51
91. ROBERTSON, A. 1959 Populationsgenetik und quantitative Vererbung. *Handb. der Tierzucht*, Bd. II, *Haustiergenetik*, 77-104. Paul Parey, Hamburg und Berlin
92. ROBINSON, R. W. & WHITAKER, T. W. 1970 Promotion of pistillate flowering in Cucurbita by 2-chlorethylphosphonic acid. *Euphytica* 19 (2) 180-183
93. RUDORF, W. 1961 Inzucht und Heterosis bei der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.). *Handbuch der Pflanzenzüchtung*, Band V, 107-110
94. RUMBAUGH, M. D. und 1959 Inbreeding Depression of Diallel LONNQUIST, I. H. Crosses of Selected Lines of Corn. *Agronomy Journal* Vol 51, 407-411
95. SCARCHUK, J. 1954 Fruit and leaf characters in summer squash. *Jour. Hered.* 45, 295-297
96. SCHLOMS, M. 1960 Zur Frage der unterschiedlichen Embryonalentwicklung nach reziproker Artkreuzung. Eine Untersuchung bei Riesen Kürbis (*C. maxima* Duch.) und Gartenkürbis (*C. pepo* L.). *Landesausschuß Landwirtschaft. Forsch., Erziehung Wirtsch.-Berat. Minist. Ernähr., Landwirtschaft. Forsten Landes Nordrhein-Westfalen, Forsch. u. Berat., R. A.* 1960 Nr. 9, S. 44-47
97. SCHLÖSSER, L. A. 1950 Kürbisgewächse (Cucurbitaceae). *Handbuch der Pflanzenzüchtung* 5, S. 420-432. Berlin und Hamburg

98. SCHNELL, F.W. 1960 Über Methoden zur reziproken Verbesserung der Kombinationseignung. Vorträge für Pflanzenzüchter 6, S. 82-95 (DLG-Verlag, Frankfurt a. M.)
99. SCHNELL, F.W. 1961 Some general formulation of linkage effects in inbreeding. (Einige allgemeine Formulierungen des Kopplungseffektes bei Inzucht.) Genetics 46, Nr. 8, S. 947-957
100. SCHUSTER, W. 1962 Einige Erfahrungen beim Ölkürbis-anbau im letzten Jahr. Württ. Wochenbl. Landw. 129 (8), S. 441
101. SCHUSTER, W. 1964 Inzucht und Heterosis bei der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.). Habil.-Schrift Gießen
102. SCHUSTER, W. 1970 Die Auswirkungen der fortgesetzten
a Inzüchtung von I₉ bis I₁₈ auf verschiedene Merkmale der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.). Z. f. Pflanzenzüchtung Bd. 64, S. 310-334
103. SCHUSTER, W. 1970 Die Fertilität noch erzwungener
b Selbstung bei Sonnenblumen. Angew. Botanik XLTV, 87-102
104. SCHÖNIGER, G. 1950 Genetische Untersuchungen an *Cucurbita pepo*. Züchter 20, 321-336
105. SCHÖNIGER, G. 1952 Vorläufige Mitteilung über das Verhalten der Testa- und Farbgene bei verschiedenen Kreuzungen innerhalb der Kürbisart, *C. pepo* L. Züchter 22, 316-337
106. SCHÖNIGER, G. 1955 Beobachtungen zur Vererbung gewisser Testa-Eigenschaften bei *Cucurbita pepo* L. Züchter 25, 86-89
107. SCOTT, D.H. & RINER, M.E. 1946 Inheritance of male-Sterility in winter
a Squash. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 47, 375-377

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 108. SCOTT, D. H. &
RINER, M. E. | 1946 A mottle-leaf character in winter
b Squash. Jour. Hered. <u>37</u> , 27-28 |
| 109. SHIFRISS, O. | 1947 Developmental reversal of dominance
in C. pepo. Proc. Amer. Sol. Hort.
Sci. <u>50</u> , 330-346 |
| 110. SHIFRISS, O. | 1955 Genetics and the origin bicolor gourds.
Jour. Hered. <u>46</u> , 213-222 |
| 111. SHIFRISS, O. | 1965 The unpredictable gourds.
Amer. Hort. Mag. <u>44</u> , 185-201 |
| 112. SINGH, S. P. &
RHODES, A. M. | 1961 A morphological and cytological study
of male Sterility in Cucurbita maxima.
Proc. Amer. Soc. hort. Sci. <u>78</u> ,
375-78 |
| 113. SINNOTT, E. W. | 1922 Inheritance of fruit shape in Cucurbita
pepo. Bot. Gaz. <u>74</u> , 95-103 |
| 114. SINNOTT, E. W. | 1927 A factorial analysis of Certain shape
characters in Squash.
Amer. Nat. <u>61</u> , 333-344 |
| 115. SINNOTT, E. W. | 1931 The independence of genetic factors
governing size and shape in the fruits
of Cucurbita pepo.
Jour. Hered. <u>22</u> , 381-187 |
| 116. SINNOTT, E. W. | 1932 Shape changes during fruit development
in Cucurbita and their importance in
the study of shape inheritance.
Amer. Nat. <u>64</u> , 301-309 |
| 117. SINNOTT, E. W. | 1935 Evidence for the existence of genes
controlling shape. Genetics <u>20</u> , 12-21 |
| 118. SINNOTT, E. W. | 1937 The relation of gene to character in
quantitative inheritance.
Proc. Natl. Acad. Sci. <u>23</u> , 224-227 |
| 119. SINNOTT, E. W. | 1944 Cell polarity and the development of
form in Cucurbita fruit.
Amer. Jour. Bot. <u>31</u> , 388-391 |

- | | | |
|--|-----------|---|
| 120. SINNOTT, L. W. &
DURHAM, G. | 1922 | Inheritance in the summer squash.
Journ. Hered. <u>13</u> , 177-186 |
| 121. SINNOTT, E. W. &
FRANKLIN, A. H. | 1943 | A developmental analysis of the fruit
in tetraploid as compared with diploid
races of Cucurbita. Am. Jour. Bot. <u>30</u> ,
87-94 |
| 122. SKRIPNIKOV, Ju. G. | 1964 | (Breeding and Seed Production of
pumpkin) Nauc. Dokl. vyss. sk.
Bot. Nauki. (Sci. Rep. High. School.
Bot. Sci.) 1963 Nr. 4, 170-73; von
Ref. Zurnal: Abst. <u>18</u> . 55. 70 |
| 123. STORCH, B. | 1961 | Warum Ölkürbisanbau? DLG <u>76</u> (28)
920 |
| 124. THAYER, G. B. | 1934 | Inheritance of Cotyledonary characters
in Cucurbita pepo L.
Bull. Torrey Bot. Club. <u>61</u> , 263-269 |
| 125. TOSCEV, V. P. | 1964 | (Heterosis in Cucurbita in the second
generation). Sborn. Trud. Aspirant.
molod. nauc. - issled. Inst. Rasten.
(Rep. Wk. Postgrad. Jun. Sci. Allun.
Sci.-res. Inst. Pl. Industr.) 4, Nr. <u>8</u> ,
S. 133-35; von Ref. Zurnal: 1965
Abst. 5. 55. 40. |
| 127. TSCHERMAK-
SEYSENEGG, E. V. | 1934
a | Züchterisches über eine nicht genügend
gewürdigte heimische Ölfrucht.
Akad. Wissenschaft, Wien, Akad. An-
zeiger Nr. 6 |
| 128. TSCHERMAK-
SEYSENEGG, E. V. | 1934
b | Der Kürbis mit schalenlosen Samen,
eine beachtenswerte Ölfrucht.
Wiener Landw. Zeitg. <u>84</u> (7/8) |
| 129. TSCHERMAK-
SEYSENEGG, E. V. | 1935 | Der Kürbis mit schalenlosen Samen
und deren Verwertung zur Ölgewin-
nung und als Mandelersatz. II. Intern.
Gartenbaukongress in Rom Nr. 10 |
| 130. TAGHIZADEH, A. | 1967 | Die Wirkung der Düngung und des
Nährstoffverhältnisses in der Düngung
auf den Ertrag und die Nährstoffauf-
nahme bei Ölkürbis "Cucurbita pepo".
Diss. Gießen |

- | | |
|---------------------------------|---|
| 131. WALL, J.R. | 1954 Interspecific hybrids of <i>Cucurbita</i> obtained by embryo culture, Am. Soc. Hort. Sci. Proc. <u>63</u> , 427-430 |
| 132. WALL, J.R. | 1961 Recombination in the genus <i>Cucurbita</i> , Genetics, <u>46</u> , 1677-85 |
| 133. WALL, J.R. &
YORK, T.L. | 1960 Verschiedenheit der Gameten als Hilfe für die Artbastardierung bei <i>Phaseolus</i> und <i>Cucurbita</i> . (Gametic diversity as an aid to interspecific hybridization in <i>Phaseolus</i> and in <i>Cucurbita</i> .), Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. <u>75</u> , 419-28 |
| 134. WEILING, F. | 1953 Beobachtungen an Kürbisartbastarden, Ber. Deutsch. Bot. Ges. <u>66</u> , 368-377 |
| 135. WEILING, F. | 1955 Über die interspezifische Kreuzbarkeit verschiedener Kürbisarten, Züchter <u>25</u> , 33-57 |
| 136. WEILING, F. | 1956 Die Übertragung des Merkmals "Weichschaligkeit" vom Ölkürbis (<i>Cucurbita pepo</i> L.) in fertile Artbastarde aus der Kreuzung <i>C. maxima</i> Duch. x <i>C. pepo</i> L., Züchter <u>26</u> , 22-25 |
| 137. WEILING, F. | 1960 Genomanalytische Untersuchungen an F ₁ -Artbastarden zwischen Moschuskürbis (<i>Cucurbita moschata</i> Duch.) und der Wildart <i>Cucurbita foetidissima</i> HBK., Züchter <u>30</u> , 247-250 |
| 138. WEILING, F. | 1966 Weitere Untersuchungen an Nachkommen von Kürbis-Artbastarden I. Die Samenausbildung, insbesondere bei Nachkommen mit "Weicher" Samenschale, und die der Übertragung eines rezessiven Merkmales von einer Stammart in fertile Nachkommen mit dem Habitus der anderen Stammart zugrunde liegende Gesetzmäßigkeit, Züchter <u>36</u> (Nr. 2), 49-65 |

139. WHITACKER, T.W. 1962 Methods of Breeding (Heterosis and inbreeding in Cucurbita). Handbuch der Pflanzenzüchtung, Band VI, 341-348
140. WHITAKER, T.W. & 1962 Cucurbits.
DAVIS, G.N. Leonard Hill Book Ltd, London & Inter-specific Publishers Inc., New York 1962, 63 S.
141. WHITAKER, T.W. & 1964 Evolution in the genus Cucurbita.
BENNS, W.P. Evolution NY 1964, 18, 553-59
142. WITTWER, S.H. & 1954 Chemical induction of male-Sterility.
HILLYER, I.G. Science 120, S. 893
143. YAMANE, Y. 1952 Studies on species hybrids in the genus Cucurbita. I. C. maxima X. C. moschata and its reciprocal cross. Rept. Kihara Inst. Biol. Res. (Seiken Ziko): 5, S. 94-99
144. YAMANE, Y. 1953 Studies on species hybrids in the genus
a Cucurbita. II. F₁ hybrids of C. moschata and C. maxima. Rept. Kihara Inst. Biol. Res. (Seiken Ziko) 6, S. 112-116
145. YAMANE, Y. 1953 Studies on species hybrids in the genus
b Cucurbita. III. F₁ hybrids of C. moschata x C. pepo with special reference to the varieties Kogiku (C. moschata) and Somen (C.pepo). Bio. Jour. Okayama Univ. 1, 202-208
146. 1970 Cheterizis pri Kulturnite Vastenija (Heterosis bei Kulturpflanzen). Zentrum für wissenschaftlich-Technische und Ökonomische Information für Land- und Forstwirtschaft, Sofia (1970), 491 S.

An dieser Stelle möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. W. SCHUSTER, für die Überlassung des Themas und für seine wertvollen Anregungen und Förderungen, die er mir zuteil werden ließ, meinen aufrichtigsten Dank aussprechen.

Mein besonderer Dank gilt auch Frl. Dipl. Ing. agr. J. MICHAEL für ihre Hilfe während der Zusammenstellung dieser Arbeit.

Weiterhin danke ich allen Damen und Herren des Versuchsfeldes Groß-Gerau für ihre stete Hilfsbereitschaft bei der Durchführung der Versuche.

LEBENS LAUF

Persönliches:

Am 6. 2. 1944 wurde ich, Mohammad-Reza Haghdadi, als erstes Kind des Gymnasiallehrers Asdollah Haghdadi und seiner Ehefrau Rahna, geb. Saidi in Schahpour/Iran geboren.

Schuldbildung:

1950 - 1956 Grundschule

1956 - 1963 Gymnasium mit Naturwissenschaftlichem Abitur
in Teheran

1964 Ankunft in Deutschland

1964 Von April bis Oktober absolvierte ich mein Landwirtschaftliches Praktikum in einem bäuerlichen Hof in Bruchenbrücken, Kreis Friedberg

1964 - 1965 Studienkolleg für ausländische Studenten in Darmstadt

1965/66 Immatrikulation im Wintersemester an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Justus Liebig-Universität in Gießen

1969 Diplomprüfung im November

1970 ab April Doktorand am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung bei Herrn Professor Dr. W. Schuster mit vorliegender Arbeit beschäftigt

FOTO-DRUCK LENZ · 63 Gießen · Riegelpfad 32/Ecke Ludwigstraße
Telefon 0641 - 77449